ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA

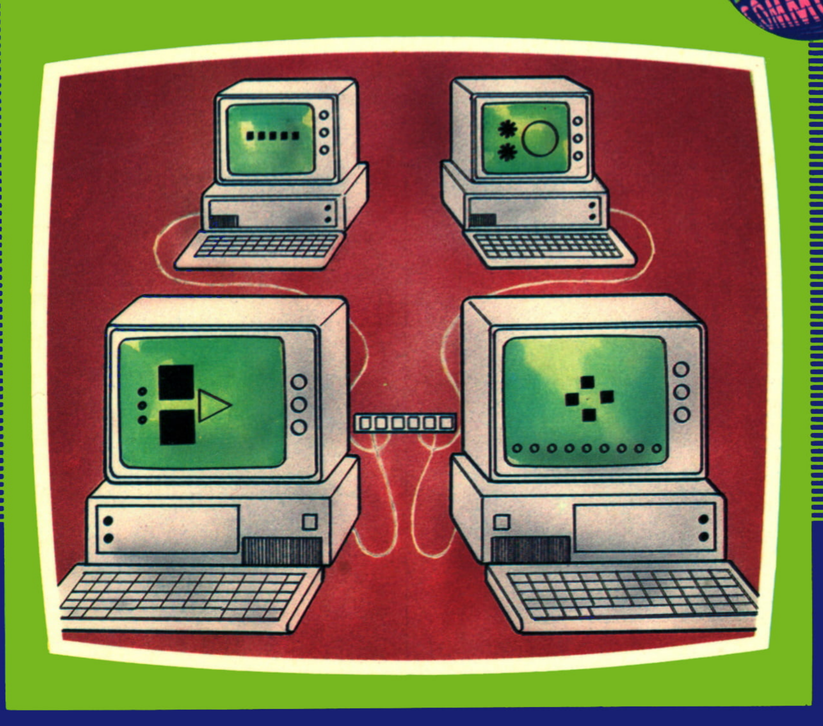
INFORMATICA APLICADA

37

Redes de área local

AIA

SINCLAIR AMSTRAD COMMODORE IBM



EDICIONES SIGLO CULTURAL

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA

INFORMATICA APLICADA

37

Redes de área local

EDICIONES SIGLO CULTURAL

Una publicación de

EDICIONES SIGLO CULTURAL, S.A.

Director-editor:
RICARDO ESPAÑOL CRESPO.

Gerente:
ANTONIO G. CUERPO.

Directora de producción:
MARIA LUISA SUAREZ PEREZ.

Directores de la colección:
MANUEL ALFONSECA, Doctor Ingeniero de Telecomunicación
y Licenciado en Informática
JOSE ARTECHE, Ingeniero de Telecomunicación

Diseño y maquetación:
BRAVO-LOFISH.

Dibujos:
JOSE OCHOA Y ANTONIO PERERA.

Tomo XXXVII. **Redes de área local.**
AULA DE INFORMATICA APLICADA
JUAN CARLOS PALOMO, licenciado en Física
DIEGO SANCHEZ HERNANDEZ, Ingeniero Industrial

Ediciones Siglo Cultural, S.A.

Dirección, redacción y administración:
Pedro Teixeira, 8, 2.ª planta (Ed. Iberia Mart I). Teléf. 810 52 13. 28020 Madrid

Publicidad:
Gofar Publicidad, S.A. San Benito de Castro, 12 bis. 28028 Madrid.

Distribución en España:
COEDIS, S.A. Valencia, 245. Teléf. 215 70 97. 08007 Barcelona.
Delegación en Madrid: Serrano, 165. Teléf. 411 11 48.

Distribución en Ecuador: Muñoz Hnos.

Distribución en Perú: DISELPESA.

Distribución en Chile: Alfa Ltda.

Importador exclusivo Cono Sur:
CADE, S.R.L. Pasaje Sud América. 1532. Teléf.: 21 24 64.
Buenos Aires - 1.290. Argentina.

ISBN del tomo: 84-7688-141-X
ISBN de la obra: 84-7688-018-9.

Fotocomposición:
ARTECOMP, S.A. Albarracín, 50. 28037 Madrid.

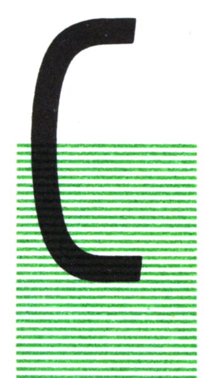
Imprime:
MATEU CROMO. Pinto (Madrid).

Depósito legal: M. 20.036-1987
Printed in Spain - Impreso en España.

Suscripciones y números atrasados:
Ediciones Siglo Cultural, S.A.
Pedro Teixeira, 8, 2.ª planta (Ed. Iberia Mart I). Teléf. 810 52 13. 28020 Madrid
Julio, 1987.
P.V.P. Canarias: 365,-

INDICE

INTRODUCCION A LAS TRANSMISIONES DE DATOS 1

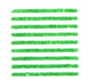


CONSIDERANDO un dato como una información codificada en una cierta manera, podemos decir, en un sentido amplio, que los inicios de la transmisión de datos o Telecomunicación estuvo en el intercambio de señales luminosas o de humo, aunque más propiamente se puede considerar su nacimiento ligado con el de la Transmisión Telegráfica.

Posteriormente entró en escena la Informática, que ha tenido en el mundo un desarrollo espectacular, encontrándose en la actualidad en prácticamente todas las parcelas de la sociedad.

Este desarrollo tecnológico de la Informática siguió su propio camino hasta mediados de los 60, en que se empezaron a detectar necesidades de uso de las Telecomunicaciones, necesidades que han ido aumentando, tanto en la cantidad como en la calidad de los medios utilizados.

Paralelamente, las telecomunicaciones se enriquecieron con los avances de la Informática y, debido a todo esto, ha nacido la Teleinformática, la cual, aprovechando las tecnologías de las Telecomunicaciones y la Informática, tiene vida propia y llega desde la recepción, almacenamiento y proceso de la información hasta su posterior diseminación.



ELEMENTOS DE LA TRANSMISION DE DATOS

A continuación se esquematizan los elementos que constituyen un sistema clásico de transmisión de datos, aunque como ya veremos posteriormente, las redes locales de banda base no necesitan modem.

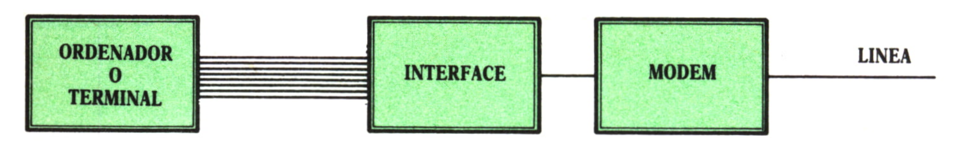


Fig. 1.



Ordenador o terminal de datos

Cumple dos funciones básicas: ser fuente o destino final de los datos y controlar la comunicación. Ese concepto engloba tanto a los normalmente llamados terminales, más o menos inteligentes, como al más complejo ordenador.



Interface

Internamente los circuitos de un ordenador funcionan agrupando los *bits;* la agrupación más usual es el *octeto* o *byte* (8 bits). El intercambio de información entre dos componentes internos del ordenador se efectúa a través de 8 cables: los 8 bits de un byte se transfieren simultáneamente, es decir, en *paralelo;* en cambio, la transmisión por la línea no puede ser paralela, sino que tiene que ser en serie; la interface es, por tanto, el dispositivo que realiza la necesaria conversión paralela/serie.

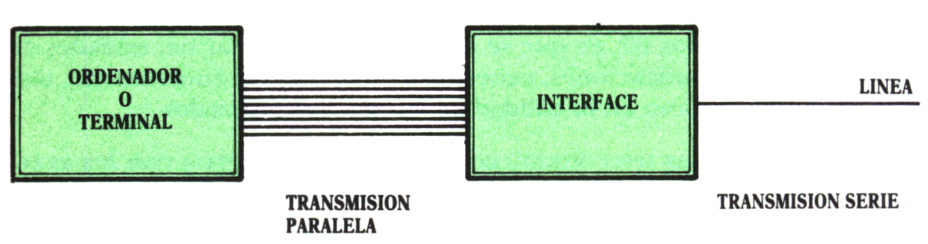


Fig. 2.



Modem

(MO = Modulador, DEM = Demodulador)

Aparato cuya misión consiste en transformar las señales portadoras de la información a transmitir (señales digitales) utilizadas por los ordenadores o terminales, en otras (señales analógicas) que, conteniendo la misma información, sean susceptibles de ser enviadas al ordenador o terminal distante, mediante los medios de telecomunicación clásicos.

Como se verá más adelante, las redes locales de banda base no necesitan modems, pero las de banda ancha, sí.

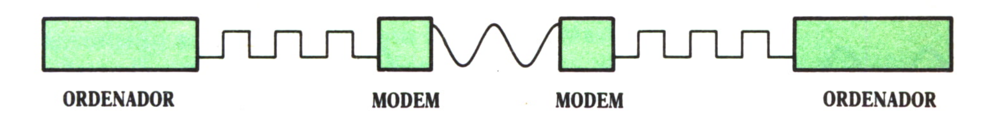


Fig. 3.



Línea

Conjunto de medios de transmisión que une los dos ordenadores o terminales, cuya constitución dependerá de la distancia, velocidad, etc., y que debe cumplir unas determinadas especificaciones, apoyándose siempre en la infraestructura de la comunicación.



CARACTERISTICAS DE LAS TRANSMISIONES DE DATOS

Código de transmisión

La información a transmitir está organizada en bytes (8 bits), pero en la línea los bits circulan uno detrás de otro. Se han buscado códigos de transmisión que «economicen» el número de bits a enviar en la línea, ya que, de lo contrario, cada byte transmitido daría lugar a 8 bits + 1 de control.

Los códigos universalmente utilizados son el ASCII y el EBCDIC, ambos basados en una codificación total de 8 bits.



Modulación

La adaptación de las señales binarias a una transmisión de características analógicas se obtiene «mezclando» los bits a una onda portadora sinusoidal, según el mismo principio en que se basan las emisiones radiofónicas.

Existen tres clases de modulación:

— La de amplitud.
— La de frecuencia.
— La de fase.

La última es la universalmente utilizada, porque es la que permite transmitir el mayor número de bits/seg. con la misma frecuencia.

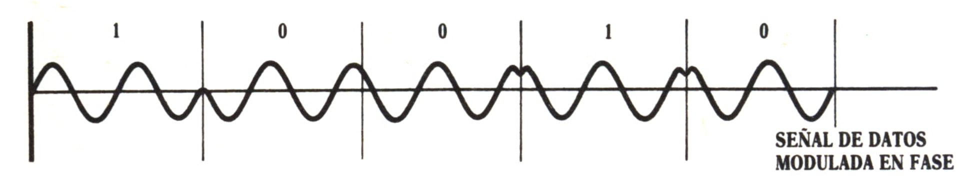


Fig. 4.



Velocidad de modulación

Se define como el número máximo de veces por segundo que puede cambiar el estado de señalización en la línea. Se utiliza como unidad el *baudio*.



Velocidad de transmisión

Se define como el número máximo de bits que pueden transmitirse por un determinado circuito de datos durante un segundo.

Cuando el tipo de modulación es tal que, a cada estado significativo de la línea se le hace corresponder un bit de información (que es lo normal), el número de bits/segundo coincide con el de baudios.



TIPOS DE TRANSMISION

Existen dos técnicas fundamentales para transmitir datos por la línea, y cada una tiene características distintas que la hacen adecuada para aplicaciones determinadas:



Transmisión asíncrona

Esta técnica permite el envío de datos a la línea a intervalos irregulares, y se utiliza fundamentalmente para enviar información, desde un terminal, carácter a carácter.

Puesto que los caracteres (bytes) se pueden enviar esporádicamente. cada carácter es, de hecho, un mensaje autocontenido; por tanto, debe contener información que indique cuándo comienza un carácter y cuando termina. Cada carácter transmitido está enmarcado por un comienzo (*start*) y un final (*stop*).



Transmisión síncrona

En este caso los bits de datos se envían de la misma forma que en la transmisión asíncrona, pero sin los bits de start y stop.

Aquí los caracteres se envían contiguos, constituyendo un mensaje o bloque de datos, con un código único al comienzo del bloque.

Este método permite la transmisión de grandes volúmenes de datos sin pausas y sin la recarga que representan los bits start y stop en la transmisión asíncrona.



MODOS DE TRANSMISION

Según las necesidades o el diseño de las aplicaciones, existen diversos modos de transmisión:



Transmisión simplex

La comunicación se realiza siempre en un sentido y el receptor no tiene posibilidad de transmitir.

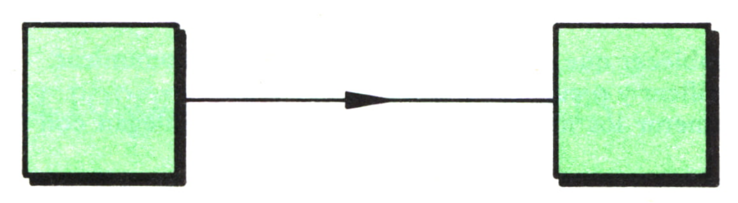


Fig. 5.



Transmisión semidúplex

La comunicación se establece por turnos en una dirección u otra, de forma alternativa, actuando en cada turno, como transmisor o receptor, cada uno de los elementos participantes sobre el mismo enlace.

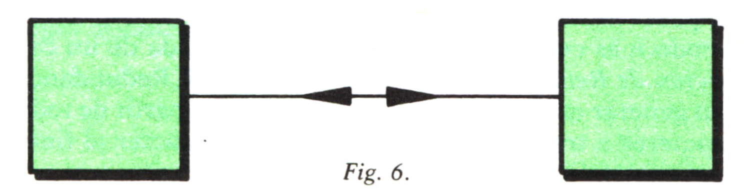
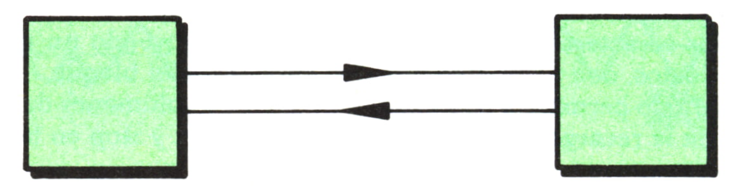


Fig. 6.



Transmisión dúplex

Se transmite información en ambos sentidos simultáneamente.





PROTOCOLOS

Aunque las líneas e interfaces de comunicación establecen un enlace físico entre ordenadores, deben existir medios para asegurar que los datos transmitidos por el enlace son correctos y completos a la llegada al receptor. El «ruido», es decir, la interferencia eléctrica en la línea, puede distorsionar por completo los datos transmitidos.

Para evitar esto último, todos los sistemas informáticos utilizan un *protocolo* de transmisión de datos, es decir, un conjunto de reglas que garantizan la integridad y correcta secuencia de los datos transmitidos.

En general, un protocolo está diseñado para realizar funciones tales como:

— Establecer que un ordenador está listo para comunicar.
— Verificar y recuperar errores.
— Numerar los mensajes para comprobar que llegan con secuencia correcta.
— Controlar el destino de los mensajes.
— Etcétera.

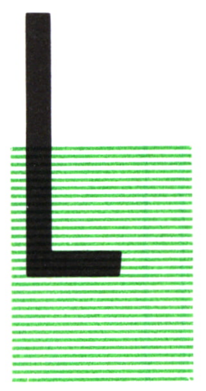


VERIFICACION DE ERRORES

Existen dos métodos principales para la verificación de errores de transmisión. Una de estas verificaciones es la de *paridad,* que consiste en añadir un bit extra a cada carácter transmitido. Este método permite identificar errores dentro de cada carácter, pero si se pierde un carácter completo, este procedimiento no lo detecta.

Un método más completo que sí detecta la pérdida de un carácter, es la *Verificación de Redundancia Cíclica* (CRC, Cyclic Redundancy Check). Consiste en generar matemáticamente un carácter a partir de todos los bits de los caracteres a transmitir, añadiéndose este carácter al final del bloque de transmisión.

INTRODUCCION A LAS REDES LOCALES 2



AS redes locales, también denominadas LAN (del inglés Local Area Network), soportan la transmisión de datos en un área geográfica local. O sea, su objetivo consiste en transmitir datos a alta velocidad en un entorno de algunos kilómetros de distancia como máximo: desde algunos cientos de metros en un entorno departamental, uno o dos kilómetros en un edificio o hasta varios kilómetros en un entorno industrial o en un conjunto de edificios dispersos.



EL PORQUE DE LAS REDES LOCALES

La pregunta surge inmediatamente: ¿Por qué se han desarrollado unas técnicas específicas para la transmisión de datos en un entorno local, que difieren de la transmisión a larga distancia?

Pues, en primer lugar, porque se ha comprobado que el 80 por 100 de las comunicaciones (tanto en voz como en datos) que se producen en una empresa son internas. Además, la transmisión en distancias cortas y a alta velocidad se puede realizar actualmente a un precio relativamente bajo. Y, por último, hay que considerar que en el entorno local, la transmisión está libre de las regulaciones y monopolios característicos de la transmisión a largas distancias.

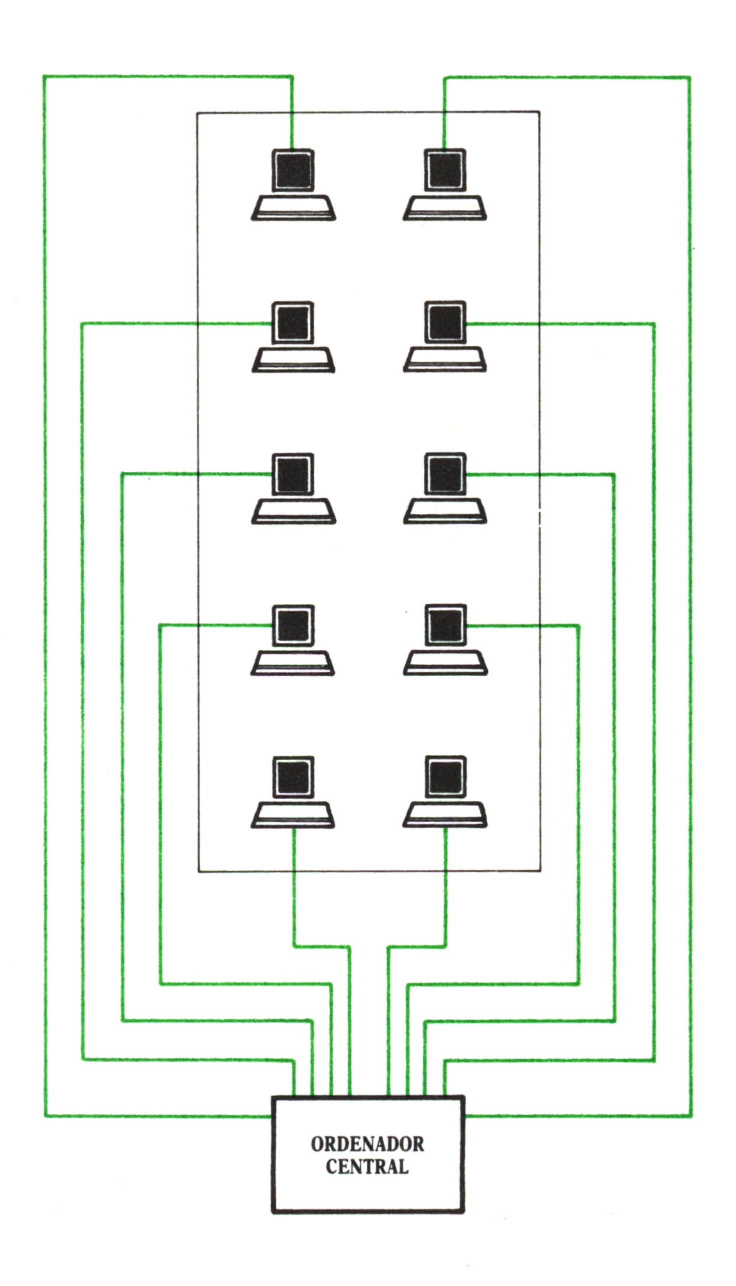


Fig. 1. Ejemplo de configuración tradicional.

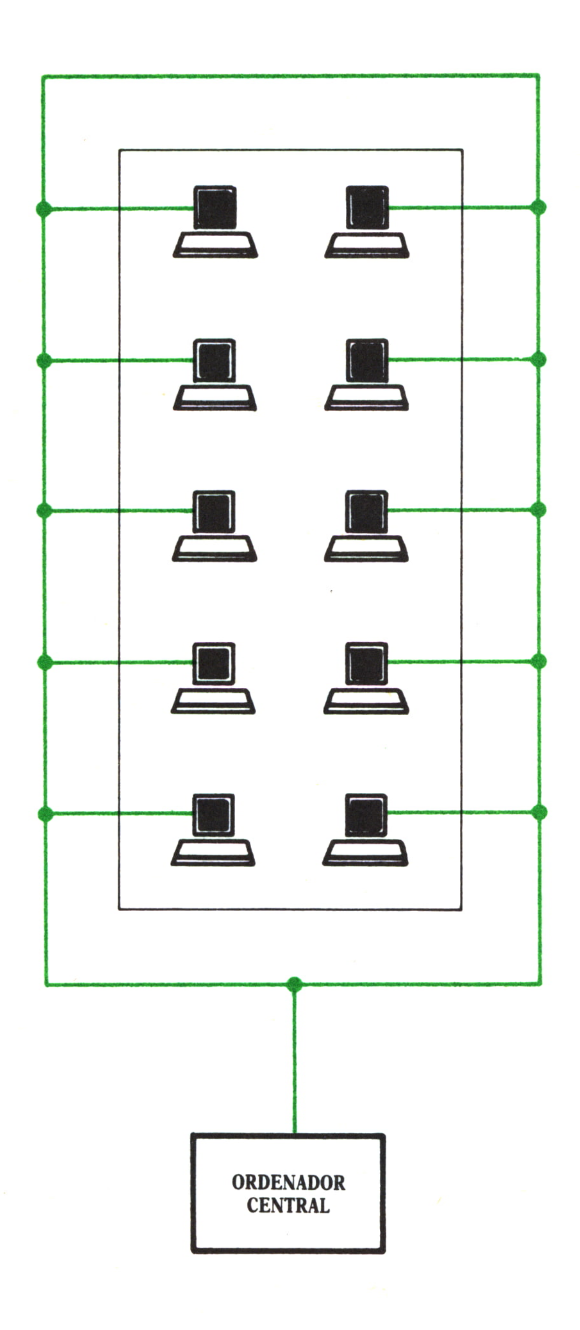


Fig. 2. Ejemplo de configuración basada en Red Local.



VENTAJAS DE LAS REDES LOCALES

Los diferentes sistemas de redes locales ofrecen posibilidades distintas, pero, en general, una red de área local proporciona una serie de ventajas a los distintos usuarios que pasamos a describir a continuación:



Permiten el tratamiento distribuido de la información

El tratamiento distribuido posibilita el acercamiento del ordenador al usuario, lo cual es una alternativa a la estructura clásica del sistema centralizado.

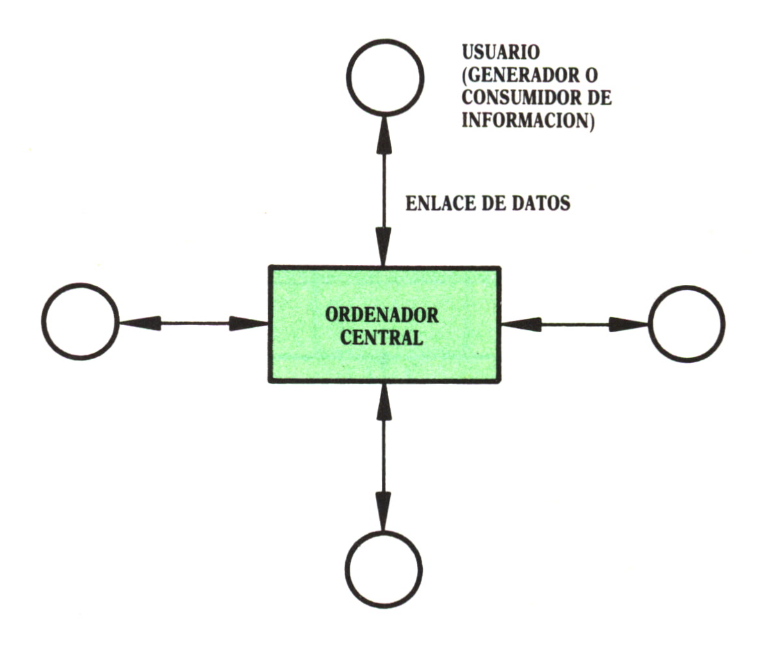


Fig. 3. Estructura centralizada.

RED DE COMUNICACION

ORDENADOR (MINI, MICRO, ...)

Fig. 4. Estructura distribuida.

Permiten compartir recursos

El hardware es caro y a menudo no se utiliza eficientemente. Para rentabilizarlo, las redes locales permiten, por ejemplo, compartir los siguientes periféricos: discos, impresoras, plotters, modems, etc.

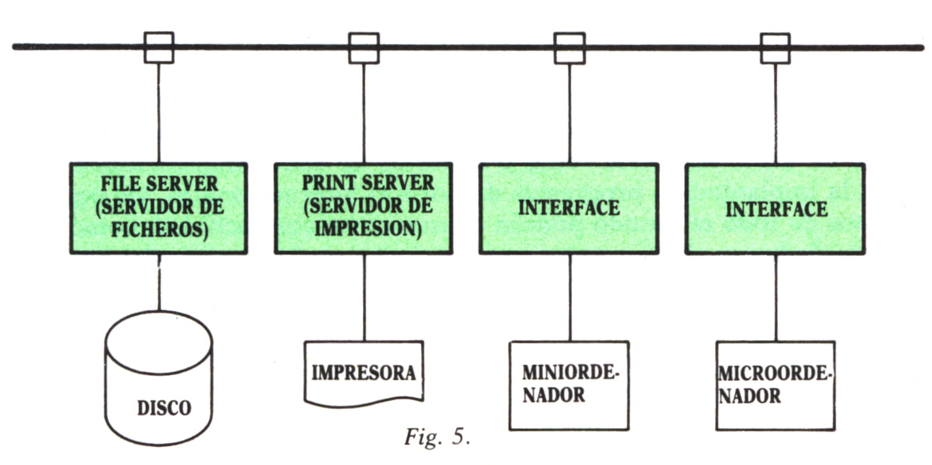
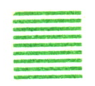


Fig. 5.



Permiten compartir información

Los ficheros, programas de aplicación, etc., pueden ser compartidos por los distintos usuarios donde quiera que se encuentren dentro de la red.

Esto también lleva aparejado el que se deba considerar con bastante cuidado el sistema de seguridad para preservar la información privada que no se desea compartir.



Facilitan la comunicación con otros usuarios

En estas redes, los usuarios pueden comunicarse entre sí a gran velocidad y con mucha facilidad. Se pueden intercambiar simples mensajes o usar el correo electrónico para comunicaciones más largas.



Otras ventajas

— Permiten la conexión de ordenadores y dispositivos de distintos fabricantes.

— Proporcionan la posibilidad de trabajar autónomamente (fuera de la red) o bien en la red, aprovechando sus recursos.

— Facilidad y economía de instalación y de uso, pues permiten que el equipo (y las personas) se trasladen de un punto a otro, o bien que se añada equipo adicional, sin el trabajo de la redistribución de los cables (ver figuras 1 y 2.

— Por medio de dispositivos denominados *gateway* la LAN puede proporcionar enlaces a todos los equipos conectados a ella, para la comunicación de datos con otras redes o servicios de telecomunicaciones. Gracias a la implantación progresiva de normas internacionales, los equipos de datos de todo el mundo podrán comunicarse con facilidad, como, por ejemplo, lo hacen algunas empresas que tienen sus LAN enlazadas por satélites.

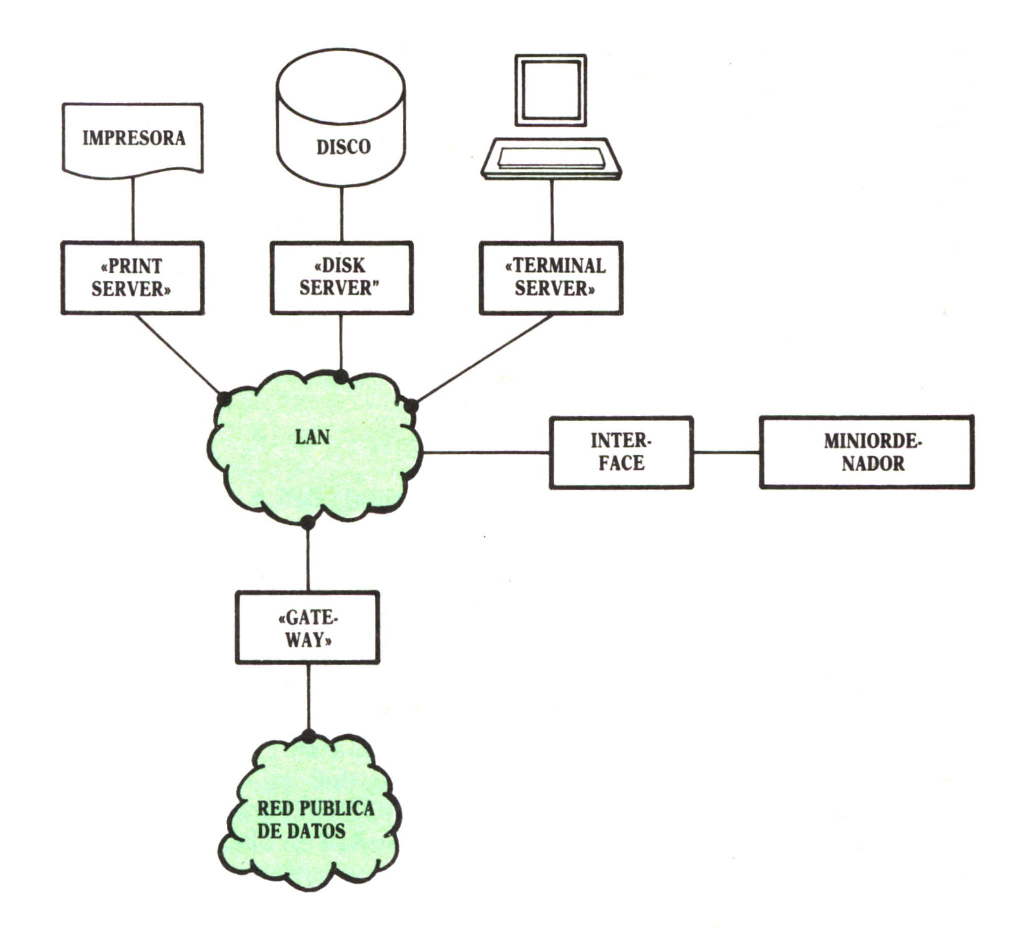

IMPRESORA
DISCO
«PRINT SERVER»
«DISK SERVER"
«TERMINAL SERVER»
LAN
INTER-FACE
MINIORDE-NADOR
«GATE-WAY»
RED PUBLICA DE DATOS

Fig. 6.

NIVEL DE REFERENCIA ISO-OSI Y SU ADAPTACION A LAS REDES LOCALES 3

LA ISO (International Standard Organization) es la Organización Internacional de Normalización de la cual España es un país miembro. Se ocupa de la elaboración de recomendaciones, a partir de propuestas de los países miembros y de otros organismos profesionales. Los trabajos se organizan en Comités Técnicos (TC) por grandes áreas de trabajo y éstos, a su vez, se subdividen en Subcomités (SC) para el estudio de temas específicos.

Para el estudio de la Interconexión de Sistemas Informáticos se creó un Subcomité ISO/TC 97/SC 16 que fue denominado «OPEN SYSTEM INTERCONNECTION» (OSI) que dio lugar a la elaboración de un Modelo de Referencia para la Interconexión de Sistemas Abiertos. Veamos a continuación lo que se entiende por esto último.

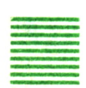


SISTEMAS ABIERTOS

La ISO define un *Sistema Informático* como: «Uno o más ordenadores, el software asociado, los periféricos, los terminales, los operadores humanos, los procesos físicos, los medios de transmisión de la información, etc., que constituyen un todo autónomo capaz de realizar un tratamiento de la información.»

Por otra parte define un *Sistema Abierto* como «un sistema capaz de interconectarse con otros, de acuerdo con unas normas establecidas».

O sea, un sistema abierto es el nivel ideal de trabajo conjunto entre varios equipos de datos unidos por cualquier serie necesaria de sistemas de comunicación, sin tener en cuenta el fabricante o los detalles del equipo y sea cual sea la distancia entre ellos.



EL MODELO DE REFERENCIA ISO-OSI

El objetivo de este modelo es el de hacer posible la interconexión de sistemas informáticos heterogéneos y, al mismo tiempo, permitir el uso de otras normas emitidas por otros organismos internacionales, como el CCITT.

Está estructurado en forma jerarquizada en un conjunto de siete niveles:

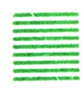
Nivel 7. Aplicación. Orientado a la aplicación.
Nivel 6. Presentación. Orientado al sistema.
Nivel 5. Sesión. Orientado al sistema.
Nivel 4. Transporte. Orientado al sistema.
Nivel 3. Red. Orientado a las comunicaciones.
Nivel 2. Enlace. Orientado a las comunicaciones.
Nivel 1. Físico. Orientado a las comunicaciones.

Fig. 1.



Nivel 7. Aplicación

En él se llevan a cabo las funciones específicas de comunicación entre los diferentes procesos de aplicación que constituyen el sistema. Gracias a la existencia de los niveles inferiores, el programador de aplicaciones se ve liberado de toda la problemática de comunicaciones en cuanto a la existencia de la red y sus características.



Nivel 6. Presentación

El objetivo de este nivel es proporcionar a los usuarios del nivel superior una serie de servicios, de forma que puedan despreocuparse de todo lo relacionado con la representación de la información (códigos, formatos, encripciones, etc.).



Nivel 5. Sesión

La conexión entre dos usuarios de la red se denomina una *sesión* y consta de las siguientes etapas:

— Establecimiento de la sesión (conexión).
— Intercambio de datos y de mensajes de control.
— Finalización de la sesión (desconexión).



Nivel 4. Transporte

El objetivo de nivel de transporte es, como su nombre indica, transportar la información a través de los mecanismos de interconexión y comunicación. Para ello, por ejemplo, podrá subdividir el mensaje en «paquetes» si fuera demasiado largo, pedir más recursos del nivel inferior si las necesidades lo requieren, etc.



Nivel 3. Red

El objetivo de este nivel es proporcionar los elementos necesarios para hacer circular por una red de transmisión de datos los mensajes proporcionados por el nivel de transporte.



Nivel 2. Enlace

Los entes de este nivel se ocupan de transmitir los datos punto a punto entre dos nodos de la red.



Nivel 1. Físico

La responsabilidad de este nivel es la definición y control de las características mecánicas y eléctricas necesarias para la transmisión de bits sobre un medio físico.



ADAPTACION DEL MODELO OSI-ISO PARA LAS REDES LOCALES

En las redes locales, los nodos se comunican directamente, sin almacenamiento y reenvío. O sea, el protocolo de nivel de enlace se ha modificado en el sentido de que no utiliza nodos intermedios. Esto ha motivado la adaptación del Modelo de Referencia a las particularidades de las redes locales. Veamos las normas de la comisión del IEEE 802 a este propósito:

— Los niveles superiores (Aplicación, Presentación, Sesión, Transporte y Red) son exactamente los mismos que ya conocemos.

— El nivel 2 (Enlace) se divide en dos subniveles:

- LLC (Control de Enlace Lógico).
- MAC (Control de Acceso al Medio).

El objetivo es conseguir que el primer subnivel (LLC) sea independiente de la tecnología del medio, y de esta forma los posibles cambios de red local no implicarán modificaciones en el protocolo de nivel de enlace.

— En el nivel 1 (Físico) se consideran dos bloques:

- Subnivel de señales físicas (PSS), que se encuentra en contacto con el nivel de enlace, y soporta las funciones de codificación y decodificación de los bits a transmitir.

- Unidad de acoplo al medio (MAU), que se aplica directamente sobre el medio físico de comunicación (cable, fibra óptica, radio, etc.) y es totalmente dependiente de la tecnología del mismo.

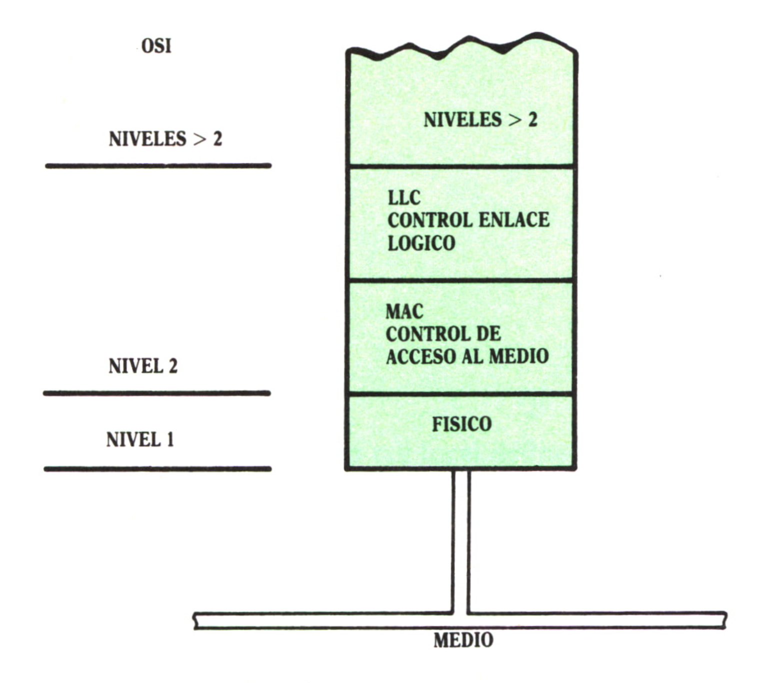


Fig. 2. El nivel 2 de OSI en las redes locales.

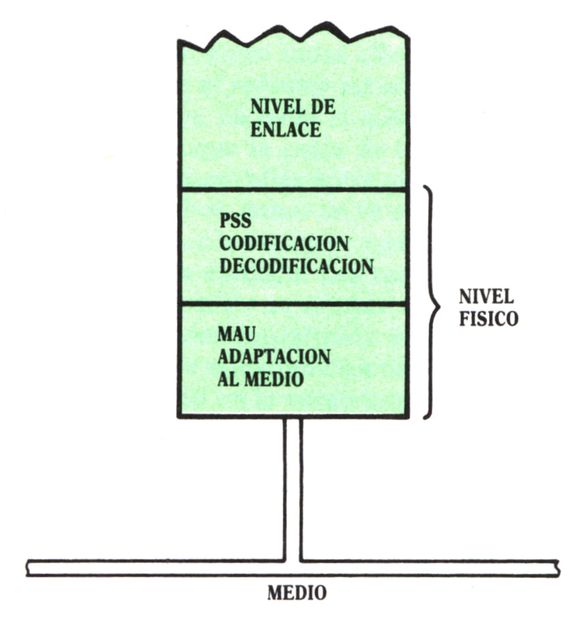
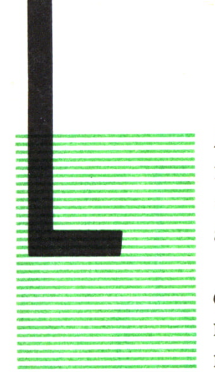


Fig. 3. El nivel 1 de OSI en las redes locales.

TOPOLOGIAS DE LAS REDES LOCALES 4



LA topología de una red local define la configuración de la interconexión de las estaciones. Hay tres topologías fundamentalmente utilizadas en las redes locales: estrella o árbol, bus y anillo (fig. 1).

La topología en estrella consiste en un nudo central al que están conectadas radialmente las estaciones. En las redes de teleproceso convencionales es la configuración más extinguida, en donde el nudo es el ordenador central que recibe y envía el tráfico de información entre las estaciones conectadas a él. En las redes de área local es diferente. La filosofía es descentralizar al máximo las funciones entre las estaciones, permitiendo la misma conectividad entre todas ellas. La función del nudo central se elimina prácticamente al reemitir las señales que le llegan, sin modificarlas (fig. 2). No obstante, no evita el que el fallo de un elemento de la red, el nudo central, provoque la caída de toda la red.

Es posible conectar varias estrellas entre sí mediante sus nudos, configurando una topología en árbol, como se ve en la figura 8 del capítulo 6.

En la topología en anillo cada estación está conectada con la siguiente formando una circunferencia cerrada. Los mensajes o paquetes de datos se pasan de una estación a otra en un sentido de circulación preestablecido. Esta topología mantiene descentralizado el control de la red y reduce enormemente el problema de encaminamiento de los paquetes. Las estaciones son un paso intermedio en la comunicación, por lo que la señal se regenera en cada una de ellas. Para evitar demoras en la transmisión, las estaciones no reciben-almacenan-envían los paquetes enteros, sino que retransmiten casi inmediatamente la información que les llega de la estación anterior. Generalmente introducen el retardo de un bit de información entre la recepción y la transmisión, con el objeto de disponer de tiempo para decidir introducir en el anillo los datos propios de la estación o incluso, en algunos casos, poder modificar el bit recibido para indicar a la estación siguiente que a continuación van sus datos.

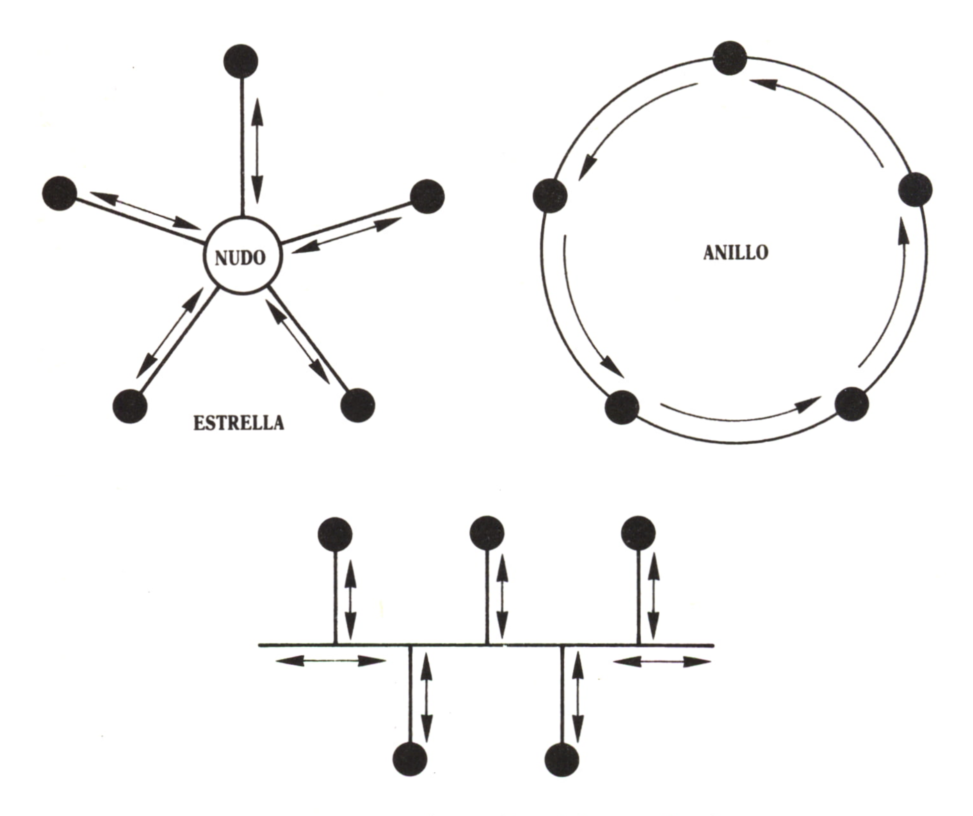


Fig. 1. Topologías de red de área local.

Según va recibiendo los datos cada estación investiga la dirección destino de los paquetes y, dependiendo del caso, acepta los datos o simplemente los retransmite devolviéndolos al anillo.

Todas las estaciones conectadas al anillo requieren inteligencia para conocer el mecanismo de emisión y recepción, identificando los paquetes propios y detectando el momento en que pueden introducir sus datos sin destruir los de otras estaciones. En otro capítulo posterior se exponen los métodos utilizados para ello. Esta inteligencia suele residir en un dispositivo controlador que realiza las funciones de modo independiente de los procesos propios de la estación, si bien, en la mayoría de los casos, el controlador consiste en una tarjeta ubicada dentro de la propia estación, como es el caso de los ordenadores personales.

En la figura 3 se representa el esquema de una estación en anillo con el controlador y un mecanismo de seguridad que cierra el anillo en el caso de que la estación esté desconectada, permitiendo la circulación de los datos.

XEROX
606X

XEROX
606X

606X
SERVER

NUDO
CENTRAL

PAR TRENZADO

N.
XEROx
606X

IBM PC

Fig. 2. Ejemplo de red local en estrella.

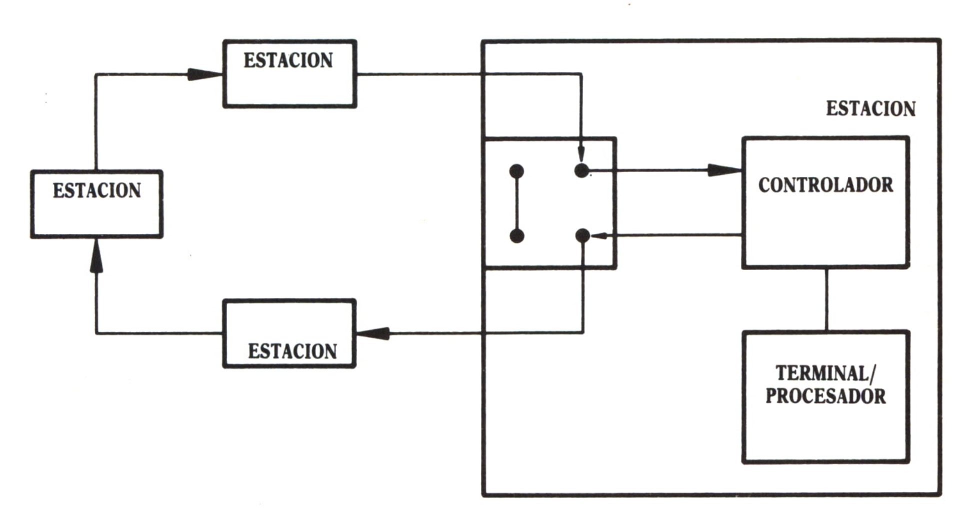


Fig. 3. Esquema de la estación de una red en anillo.

En las figuras 4 y 5 se presenta el esquema de conexión del anillo de IBM. Las estaciones se conectan mediante cables en forma de estrella a un dispositivo central que realiza la conexión de modo que en realidad quede configurado el anillo, pasándose los mensajes de una estación a otra. Los puentes (bridge) y el gateway se describen en otro capítulo y sirven para conectar el anillo con otros anillos o con otros equipos remotos, en este último caso a través de líneas telefónicas.

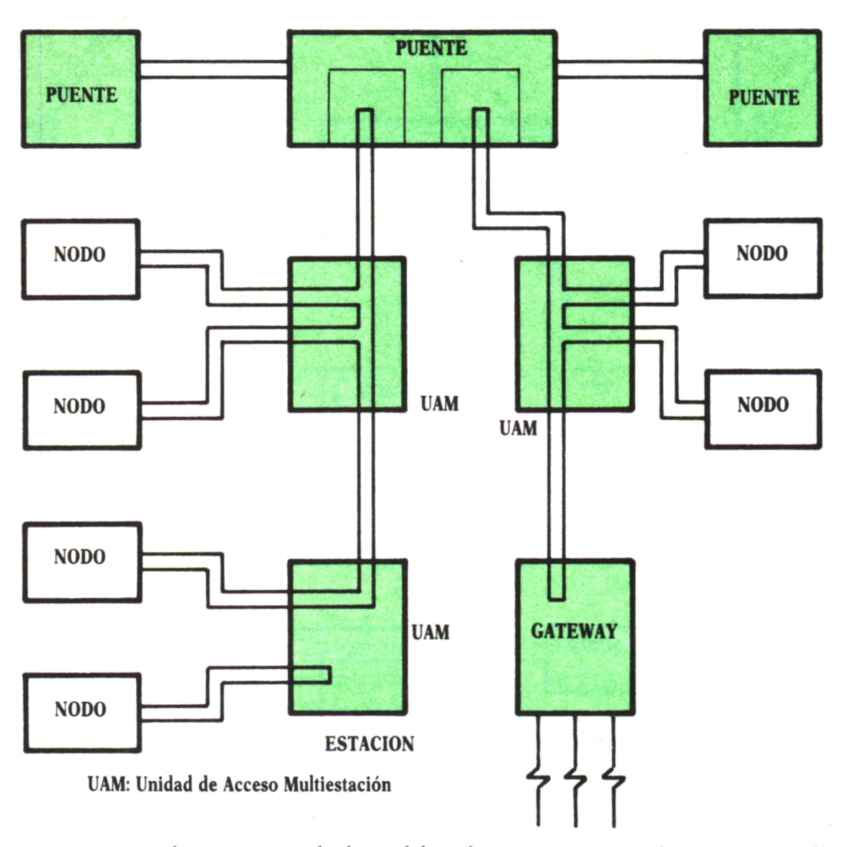


Fig. 4. Esquema de conexión de la red local IBM. Conexión física en estrella, conexión lógica en anillo.

La topología en bus consiste en un cable único, bus, al que se conectan todas las estaciones (figura 6). El cable va recorriendo todos los puntos en donde puede haber estaciones y es el transportador de los mensajes de unas estaciones a otras.

Para la comunicación entre estaciones, la estación emisora envía su mensaje al bus, que lo propaga en ambas direcciones. Dentro del mensaje

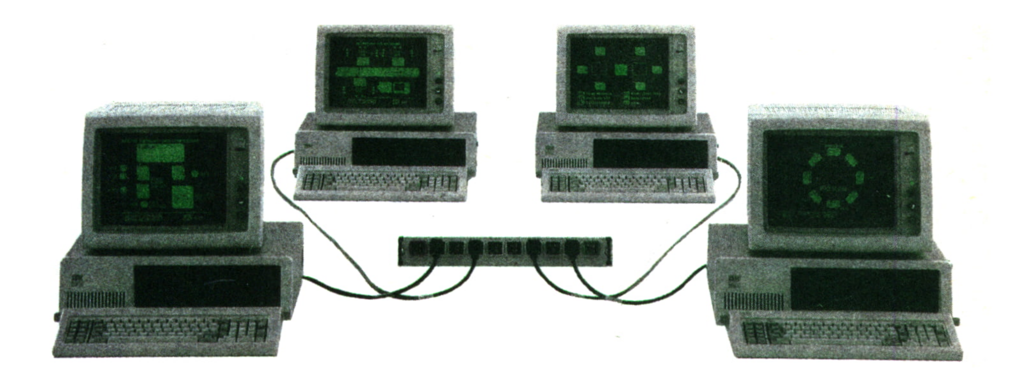


Fig. 5.

se incluye la dirección de la estación destinataria del mismo y la dirección de la que lo envía. El mensaje llega a todas las estaciones, las cuales lo escuchan y si reconocen en él la dirección de su propia estación lo reciben y lo procesan, y en caso contrario lo ignoran.

TERMINADOR
BUS
TRANSCEPTOR
CABLE COAXIAL O PAR TRENZADO
INTERFASE
TERMINAL

Fig. 6. Elementos de una red de área local con topología BUS.

El proceso de comunicación a través del bus más generalizado es completamente descentralizado; no existe una estación supervisora de las demás que regula el acceso al bus y el tráfico entre estaciones. Cuando una estación quiere enviar, espera a que no exista ninguna estación transmitiendo, y a continuación envía su mensaje. Para detectar y resolver las colisiones entre mensajes de varias estaciones que intenten enviar simultáneamente existen protocolos de acceso al bus que se describen más adelante.

Las redes en bus son más fáciles de modificar y expandir que las de anillo, al ser las estaciones completamente independientes entre ellas. Por otra parte, es más fácil que un fallo de una estación en anillo paralice toda la red, ya que cada estación tiene que retransmitir la señal que le llega. La longitud del cable bus es limitada para garantizar que las señales llegan con suficiente nivel a todas las estaciones. En el anillo la longitud es en principio ilimitada, ya que la señal se regenera en cada estación. En cuanto al cable, las redes en anillo pueden utilizar fibra óptica más fácilmente, ya que las conexiones son punto a punto entre cada dos estaciones, mientras que en el bus no hay forma sencilla de hacer tomas múltiples en la fibra.

Al igual que en las redes en anillo, las estaciones de una red local en bus necesitan inteligencia para manejar los protocolos de acceso al cable e identifica los mensajes que van dirigidos a ellas. Asimismo para conectarse al bus se requieren dispositivos especiales de acceso como se representa en la figura 6. El transceptor hace la conexión física al cable interfiriéndole al mínimo posible y aislándose eléctricamente de él cuando la

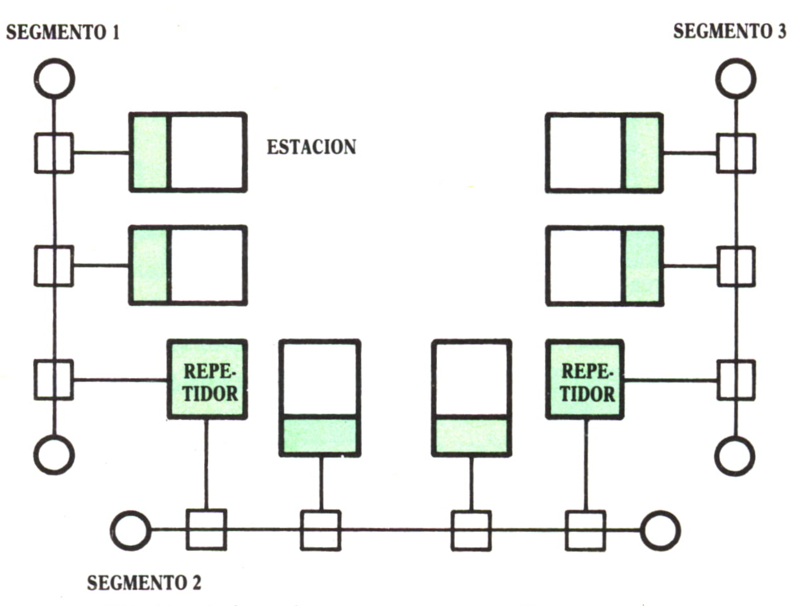


Fig. 7. Enlace de varios segmentos de una Red Local en bus.

estación no está encendida. Las características eléctricas de emisión y recepción del transceptor determinan la distancia máxima del cable a la que la señal llega con suficiente nivel. El interfaz realiza la conversión serie/paralelo de las señales entre el cable y la estación. Para cada tipo de estación que se conecte al cable se necesita un tipo de interfaz diferente. Normalmente, consiste en una tarjeta que se ubica dentro del terminal. Tiene hardware para realizar funciones adicionales como detección de errores de transmisión, reconocimiento de la dirección del mensaje para evitar pasar a la estación mensajes no dirigidos a ella y almacenamiento en una memoria propia del mensaje completo que se recibe o envía a la red.

Las redes en bus se pueden expandir añadiendo sin más transceptores en el bus. Pero en algún momento los transceptores y el cable serán incapaces de transportar las señales o la información necesaria. La solución que se adopta es dividir el bus en segmentos e interconectar los segmentos mediante repetidores (fig. 7). De este modo, dentro de un segmento se limita el número de estaciones a conectar y se determina con precisión las características eléctricas de los transceptores para garantizar que la señal llega adecuadamente a todos los puntos. Los repetidores pueden ser muy sencillos para repetir las señales de un segmento a otro y no disponer de memoria propia, o pueden tener memoria e inteligencia para almacenar e interpretar los mensajes de modo que los envían a otros segmentos sólo en el caso de que la estación destino se encuentre en ellos. El número de repetidores puede ser variable, pero evitando que se formen dos caminos distintos para llegar a un mismo punto.

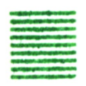
MEDIOS FISICOS DE TRANSMISION 5



GRACIAS a la limitación geográfica de las redes locales, las estaciones de la red se pueden unir físicamente entre sí con un medio continuo tipo cable. No ocurre así con las redes convencionales, las cuales, para salvar las grandes distancias entre las estaciones, necesitan acceder a complejos medios de transmisión, como las líneas telefónicas o telegráficas.

Por otra parte, al ser el medio de transmisión exclusivamente dedicado a la red local, se puede utilizar toda la capacidad de transmisión del medio. Con ello se obtienen capacidades de transmisión de información muy superiores a las acostumbradas en las líneas telefónicas.

Tres son los medios de transmisión que se utilizan en las redes de área local:



CABLE COAXIAL

El cable coaxial consiste en un conductor central rodeado por una malla exterior coaxial con él, ambos aislados por un dieléctrico.

Las características electrónicas del cable y de los componentes de conexión están perfectamente definidas. Las redes locales utilizan el cable de 75 ohmios de impedancia, cuyas variantes se designan por el diámetro del cable o por los signos RG-XX para los cables de menor diámetro. En la figura 1 se dan las características de los cables más comunes.

Aunque todos los cables tienen 75 ohmios de impedancia, la atenuación de señal por metro varía según el diámetro. La atenuación se mide en decibelios (db). La atenuación de tres decibelios equivale a una pérdida de señal en un factor de 10. Cuanto más grueso es el conductor cen-

DESCRIPCION	DIAMETRO EXTERIOR	CONDUCTOR CENTRAL	PERDIDA DE SEÑAL
.75	.75	.169	.16/.50/1.7
.5	.5	.111	.23/.74/2.4
RG 11/u	.4	.037	.45/1.3/4.5
RG 6/u	.275	.037	.80/2.1/6.8
RG 59/u	.24	.025	1.0/2.5/8,8

*** Las pérdidas corresponden a db/100 pies a 10,100 y 1.000 Mbs. Las medidas son en pulgadas.**

Fig. 1. Tipos comunes de cables coaxiales.

tral, menor es la atenuación por metro. Por otra parte, la atenuación es mayor para las frecuencias más altas que para las más bajas.

La diferencia de atenuación entre los cables 11/u y el 6/u se debe a que el 11/u tiene un mayor diámetro exterior, y con ello obtiene una atenuación menor. Al estar más separados el cable central y el exterior, éste entra menos en contacto con los campos electromagnéticos rápidamente cambiantes del conductor central, y con ello le «roba» menos energía.

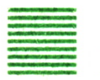
La elección final del tipo de cable viene determinada por las características ambientales y por la complejidad y longitud total de la red. Normalmente los cables más protegidos exteriormente y con menos pérdidas se utilizan para unir edificios entre sí o para cubrir largas distancias, dejándose los cables más sencillos para las conexiones internas y de distancias cortas entre equipos.

La transmisión en el cable coaxial es:

— Banda base para distancias cortas y hasta 10 megabits por segundo (Mbits/s).

— Banda ancha para velocidades y distancias grandes.

Más adelante se tratarán en detalle estos dos tipos de transmisión.



PAR TRENZADO

Consiste en un par de hilos que se trenzan para reducir algo las interferencias de ruido. La capacidad de transmisión es de hasta 9,6 Mbits/s.



FIBRA OPTICA

La fibra óptica es un cable de fibra de cristal cuyas paredes tienen un índice de refracción respecto al núcleo que hace que los rayos de luz se refracten hacia el interior del cable y se eviten así las pérdidas al exterior. La figura 2 muestra cómo funcionan las fibras ópticas. El portador de la información es un rayo de luz modulado con la información a transmitir. Este rayo se propaga por la fibra óptica transportando la información por ella.

El material de la fibra es cuarzo, barato e inagotable en la naturaleza, frente al cobre, que es escaso y caro de extraer y manufacturar para hacer un cable. Además, la fibra óptica es muy superior en su capacidad de transmitir información, al permitir velocidades de 2.500 Mbits/s., esto es, mil veces superior a los cables coaxiales de cobre.

No obstante, la fibra no ha sustituido aún a los medios convencionales de transmisión, por tres razones fundamentales: el rayo luminoso se atenúa mucho, necesitando repetidores cada pocos kilómetros; los cortes y empalmes en el cable producen pérdidas muy fuertes, por lo que tienen que hacerse mediante dispositivos especiales, y, finalmente, su coste, como solución global, aún es muy superior al cobre.

La resolución de los puntos negativos de la fibra es técnicamente sencilla quedando como determinante el factor coste de la solución global: repetidores, empalmes, emisores, receptores del rayo, etc. Hoy se ha alcanzado ya el punto de necesidad de consumo de la fibra que lleva a la caída progresiva de los precios, como, por ejemplo, los diodos emisores de luz

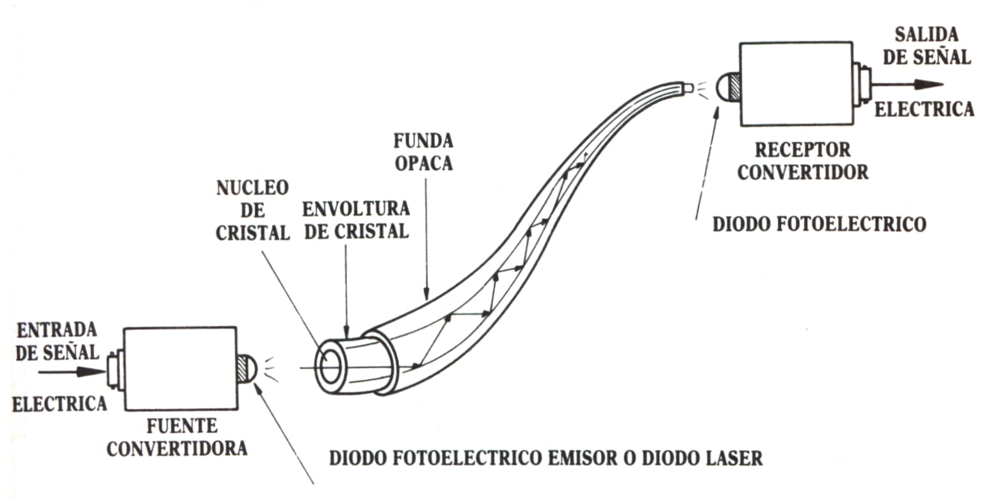


Fig. 2. Funcionamiento básico de la fibra óptica.

que hace poco aún costaban 200 dólares, y el precio de mercado hoy es inferior a los 10 dólares. La llegada de las redes locales con sus requerimientos de mayores velocidades de transmisión (10 Mbits/s para Ethernet y de 4 a 16 Mbits/s para la IBM/testigo) ha centrado la atención en las fibras, por tener unas pérdidas de señal muy inferiores al cable coaxial para éstos y superiores anchos de banda.

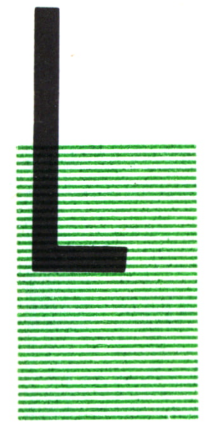
Las fibras son más delgadas (3 mm), más ligeras (15 kg por kilómetro), más flexibles y más elásticas que los cables coaxiales. Asimismo, son muy superiores en cuanto a seguridad. La fibra no es conductora eléctrica, con lo que los equipos quedan aislados eléctricamente unos de otros, eliminándose cortocircuitos, descargas y bucles de tierra. Son seguras frente a explosivos al no conducir electricidad, y son insensibles a las interferencias y ruido electromagnético producido por la cercanía de motores, interruptores eléctricos, cables de alta tensión, antenas, etc. Por otra parte, la fibra no radia señales que puedan interferir a su vez en los dispositivos anteriores u otras fibras. Por ello, las fibras se pueden instalar aéreas, enterradas, rodeando equipos, etc., sin miedo a interferencias.

En la figura 3 se presentan algunas redes locales de fibra óptica disponibles en el mercado.

Red	Whispernet	Prunet	Fiber Way	Cadenet	U/B Net 1
Fabricante	Fiber Com	Proteon	Artel	Codenoll	Fiber LAN
Topología	Anillo	Anillo	Anillo	Estrella	Estrella
Método acceso	CSMA/CD	Testigo	Time sharing	CSMA/CD	CSMA/CD
Tamaño máximo	4 km.	2,5 km.	Abierta	1,5 km.	1,5 km.
Número de nodos	1.024	255	32	1.024	1.024
Velocidad (Mbit/s.)	10	10/80	200	10	10

Fig. 3. Redes locales ópticas.

SISTEMAS DE TRANSMISION 6



LOS sistemas actuales de redes locales se pueden clasificar en tres tipos de función del sistema de transmisión que adopten:

— *Centralitas* (PBX: Private Branche Exchange). Utilizan las centralitas telefónicas privadas para direccionar los mensajes de una estación a otra a través de la red de cables instalada para las extensiones telefónicas.

— *Banda base:* Utilizan un cable único para conectar entre sí las estaciones, comunicándose mediante una técnica de conmutación de mensajes.

— *Banda ancha:* Utilizan un cable único de alta capacidad de transmisión mediante técnicas de multiplexación de frecuencias en el cable.



CENTRALITAS

Una red de área local basada en la centralita telefónica privada es una red jerárquica en estrella en donde la centralita es el centro conmutador que recibe los mensajes de las estaciones y los envía a las extensiones destino correspondientes. Los grandes sistemas de centralitas pueden tener una unidad de conmutación central y varias unidades remotas de conmutación, según se describe en la figura 1.

Una red local controlada por centralita es conceptualmente similar a una red de ordenadores que utiliza controladores de comunicaciones (del tipo IBM 37 XX) para realizar las funciones de conmutación o direccionamiento de mensajes.

Aunque las centralitas están diseñadas originalmente para transmitir voz, se pueden adaptar fácilmente para transmitir datos conectando los equipos, ordenadores, terminales o procesadores de texto, en lugar de las

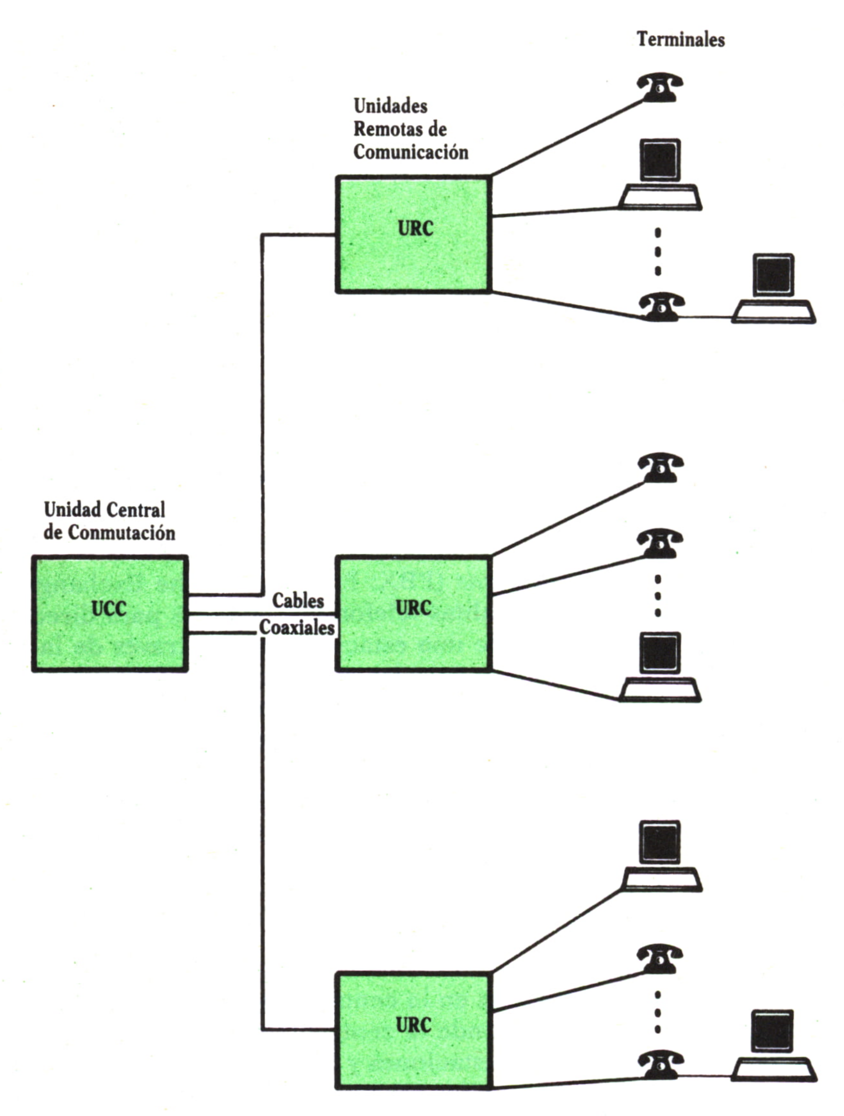


Fig. 1. Arquitectura de una red local PBX.

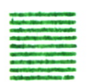
extensiones telefónicas normales a través de un módem que convierte las señales digitales de los equipos informáticos en señales analógicas que se transmiten a través de los cables telefónicos.

La necesidad de utilizar modems encarece los costes de la red y limita la velocidad a la que se pueden transmitir los datos. La aparición reciente de las centralitas totalmente digitales evitan los modems e interfaces al transmitir la voz y los datos en forma digital.

Algunas centralitas digitales transmiten la voz y los datos por cables distintos. En otras, un teléfono y un terminal comparten el mismo circuito. Para ello, la voz es digitalizada en el teléfono y multiplexada con el tráfico de datos. Sin presencia de voz se pueden transmitir datos a 56 Kbits/s., y concurrentemente con la voz se pueden transmitir datos a 19.2 Kbits/s.

La red local de centralita privada no es una red de área local en el sentido más generalmente entendido, pero se debe considerar así, ya que indudablemente es una alternativa para interconectar equipos localmente y transferir datos entre ellos, evitando la instalación de una red local convencional. Especialmente, cuando ya existe instalada una centralita digital, la solución de menos coste es utilizar la red telefónica digital interna para soportar la red de datos local.

Las desventajas de las redes locales con centralitas digitales son su alto coste inicial, el ancho de banda limitado para transmitir datos y el fallo total de la red local si falla la centralita. Esto último está fundamentalmente en contradicción con la filosofía básica descentralizadora de las redes locales.



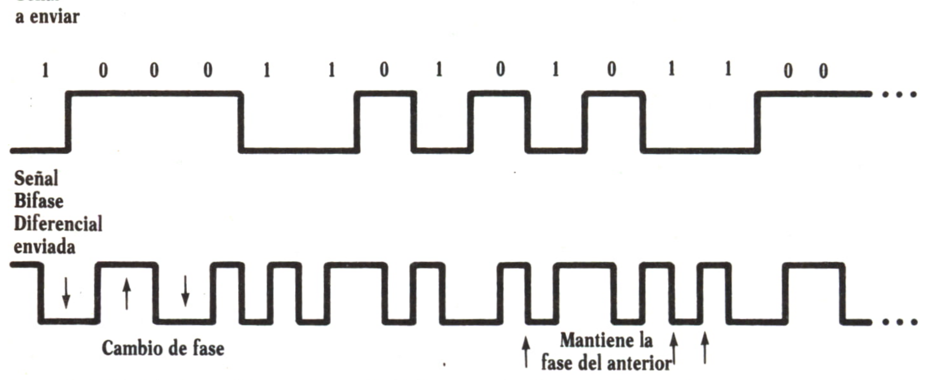
REDES DE BANDA BASE

Las redes locales de Banda Base utilizan un cable que recorre las estaciones sin una orientación centralizadora, sino todo lo contrario. Cada estación puede comunicarse en cualquier momento con cualquier otra sin ninguna intervención centralizadora. El sistema de transmisión es el Banda Base que determina el modo en que los datos circulan a través del cable de transmisión. En esta tecnología de transmisión los datos a transmitir, secuencia digital de ceros y unos, son enviados a la línea directamente en forma digital (cero o uno, presencia o ausencia de señal) a una velocidad igual a la velocidad de transmisión específica de la red. Para evitar que una secuencia continuada de ceros o unos mantenga la línea sin transacciones, los datos a enviar se codifican mediante un algoritmo sencillo que puede variar según las técnicas antes de ser puestos en la línea, fig. 2. En el caso de la figura, la unidad, bit, de información enviada, cambia de fase respecto al anterior bit cuando se quiere transmitir un «0», y mantiene la fase que tenía el anterior, cuando se transmite un «1». El receptor decodifica la señal que recibe aplicando el mismo criterio y reconstruye la señal original.

El cable está dedicado exclusivamente a esta transmisión y no se comparte con otras comunicaciones. Los textos, gráficos y otras informaciones son transmitidos en forma digital como una serie de ceros y unos a través del cable.

Las redes de Banda Base típicamente soportan comunicaciones de 9 a 10 Mbits/s. con una transferencia de datos real del orden de 4 Mbits/s. Esto

es., mientras que la información se envía en paquetes a 10 Mbits/s, los datos identificativos de paquetes y los tiempos entre paquetes reducen en gran medida la transferencia real de datos de extremo a extremo.



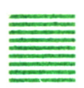
La unidad, bit, de información enviada cambia de fase respecto al anterior bit cuando se quiere transmitir un «0», y mantiene la fase que tenía el anterior cuando se transmite un «1». El receptor decodifica la señal que recibe aplicando el mismo criterio y reconstruye la señal original.

Fig. 2. Transmisión Banda Base. Certificación Bifase Diferencial.

Hay dos métodos básicos de acceso a la red Banda Base: CSMA/CD y paso del testigo, que se describen más adelante. El cable es común a todas las estaciones y sólo pueden existir datos de una estación cada vez. No hay transmisión simultánea de varias estaciones. La alta velocidad relativa de transmisión de una red Banda Base da, no obstante, la ilusión de que varias estaciones están enviando datos simultáneamente, ya que pueden producirse muchas transmisiones en un segundo.

Todas las estaciones pueden comunicarse con todas las demás y la identificación del origen y destino de los mensajes se realiza mediante una dirección distinta asignada a cada estación de la red que se incluye en todo mensaje enviado. Por ello, todas las estaciones requieren inteligencia para acceder a la red, de modo que puedan identificar los datos dirigidos a cada una.

Las topologías de las redes Banda Base son el bus y el anillo. Son muy fáciles de expandir al requerir únicamente conectar otra estación con una dirección distinta de las existentes. Como puntos negativos están el no poder integrar fácilmente voz y datos, que la voz ha de enviarse digitalizada, y el requerir inteligencia en cada estación al no existir un control externo que realice la conmutación o el direccionamiento de la información a cada destino. Ello exige dispositivos hardware especiales de acceso para manejar los protocolos CSMA o testigo, lo cual aumenta el coste y limita el tipo de terminales que se pueden conectar.

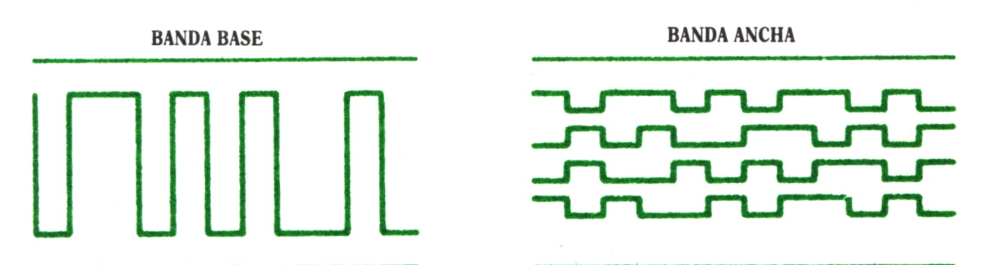


REDES DE BANDA ANCHA

La tecnología Banda Base de transmisión digital está limitada en su capacidad de transmitir información. Hay multitud de ocasiones en las que se necesita transmitir texto, gráficos, voz y vídeo por un mismo cable. Esto es prácticamente imposible de resolver en Banda Base, ya que la digitalización de la voz y de vídeo en ceros y unos da lugar a una cantidad enorme de datos binarios. Por ejemplo, la representación digital de una única imagen de vídeo en color requiere más de 100 megabits de información.

La Banda Ancha transmite la información en su forma nativa, analógica, utilizando una frecuencia distinta de transmisión para cada información. De este modo se pueden transmitir simultáneamente varias informaciones sobre frecuencias distintas. De la misma manera que las emisiones radiofónicas pueden transmitir varias señales simultáneamente a través del aire a frecuencias distintas, que son sintonizadas en múltiples receptores, las redes de Banda Ancha permiten dividir la capacidad de transmitir del cable en varios canales independientes a distintas frecuencias, consiguiendo con ello mucha mayor capacidad de transmisión que las redes de Banda Base.

Desde el punto de vista de la tecnología de transmisión, las redes de Banda Base utilizan una técnica de multiplexación en el tiempo (TDM), en donde una única estación puede transmitir cada vez (un paquete) ocupando toda la capacidad del cable, mientras que las de Banda Ancha utilizan una técnica de multiplexación en frecuencia (FDM), en donde varias estaciones pueden transmitir simultáneamente pero a frecuencias distintas.



En Banda Base, todo el cable es utilizado momentáneamente por una estación para transmitir un paquete mientras que en Banda Ancha varias estaciones pueden transmitir a la vez información sobre frecuencias distintas.

Fig. 3. Transmisión Banda Base frente a transmisión Banda Ancha.

Dada la capacidad de transmisión desde múltiples estaciones simultáneamente, la Banda Ancha puede utilizar de manera más eficiente la capacidad total del cable que la Banda Base, consiguiendo mayor volumen de información transmitida. Una red de Banda Ancha puede, en potencia,

manejar todas las necesidades de comunicación interna de una gran compañía como voz, datos y vídeo, simultáneamente. En particular, la aplicación de vídeo-conferencia requiere una red de Banda Ancha.

Para permitir la transmisión en forma analógica a través del cable estas redes necesitan dispositivos de modulación y demodulación (modems), con lo que resultan más caras generalmente que las Banda Base. Tienen topología de bus, pero, a diferencia de las redes de Banda Base, en las redes de Banda Ancha el cable está lógicamente dividido en transmisiones de subida y de bajada. Las emisiones se envían en las frecuencias de subida hacia un remodulador en la cabecera del cable, el cual remodula la señal a la frecuencia apropiada de la estación receptora y la envía nuevamente al cable para hacerle llegar la señal. Las frecuencias de subida son las que le llegan al remodulador, y las de bajada, las que parten de él.

Hay cuatro estándares comúnmente extendidos en la división de las frecuencias:

— *División Baja:* 5 a 30 MHz, con 4 canales de subida.
50 a 408 MHz, con 58 canales de bajada.
— *División Media:* 5 a 108 MHz, con 17 canales de subida.
156 a 408 MHz, con 42 canales de bajada.
— *División Alta:* 5 a 186 MHz, con 29 canales de subida.
222 a 450 MHz, con 30 canales de bajada.
— *División Doble:* 42 a 408 MHz, con 59 canales en cada uno de los cables, uno de subida y otro de bajada.

En una red de Banda Ancha típica una estación comienza a transmitir a la frecuencia de emisión asignada a ella. El mensaje le llega al remodulador, el cual cambia la frecuencia de esta transmisión a la frecuencia de recepción de la estación destino, que recoge la información. Es posible configurar la red con varias estaciones recibiendo por la misma frecuencia. En este caso, la estación receptora escucha los mensajes que se reciben por su frecuencia y selecciona aquellos que van dirigidos a ella.

Una red de Banda Ancha se puede montar utilizando, simplemente, modems, sin requerir más inteligencia. Por ejemplo, un módem se puede fijar a la frecuencia f_1 para transmitir, y la frecuencia f_2 para recibir, y un segundo módem a la frecuencia f_2 para transmitir, y la f_1 para recibir. El conjunto de estos dos modems formará un enlace punto por punto dentro del cable (fig. 5). Otra pareja de modems sintonizados a las frecuencias f_3 y f_4 de la misma manera podrían establecer otro enlace punto por punto en el cable. De manera análoga, se puede configurar un enlace multipunto sintonizando varios modems a una misma frecuencia de transmisión, y otra de recepción para todos ellos, y el módem de la estación central, a la inversa de las anteriores. De este modo, el cable puede dividirse lógicamente en varios enlaces independientes en los que podrían utilizarse protocolos distintos de transmisión en cada uno. Un enlace, podría, por ejem-

plo, intercomunicar equipos IBM bajo protocolo IBM, mientras que, a la vez, equipos DEC podrían estar transmitiendo entre sí bajo protocolo DEC en otro enlace distinto.

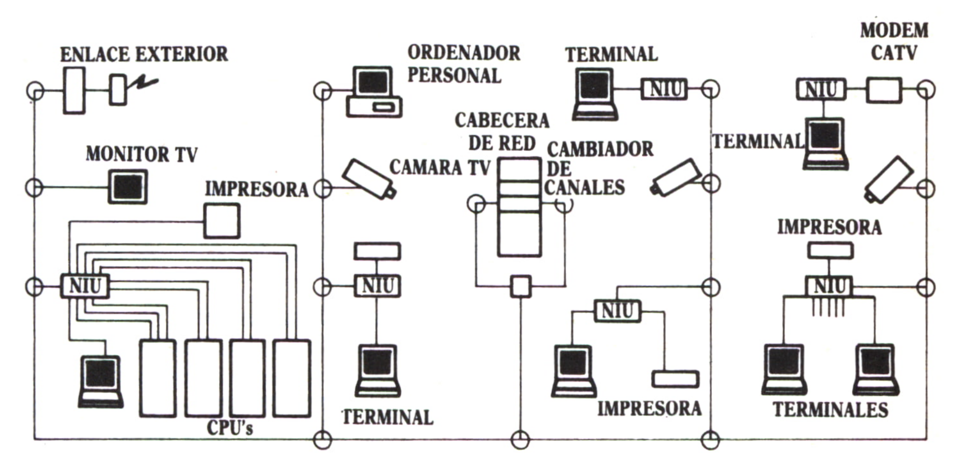


Fig. 4. Ejemplo de configuración en la red de Banda Ancha UB'S Net 1.

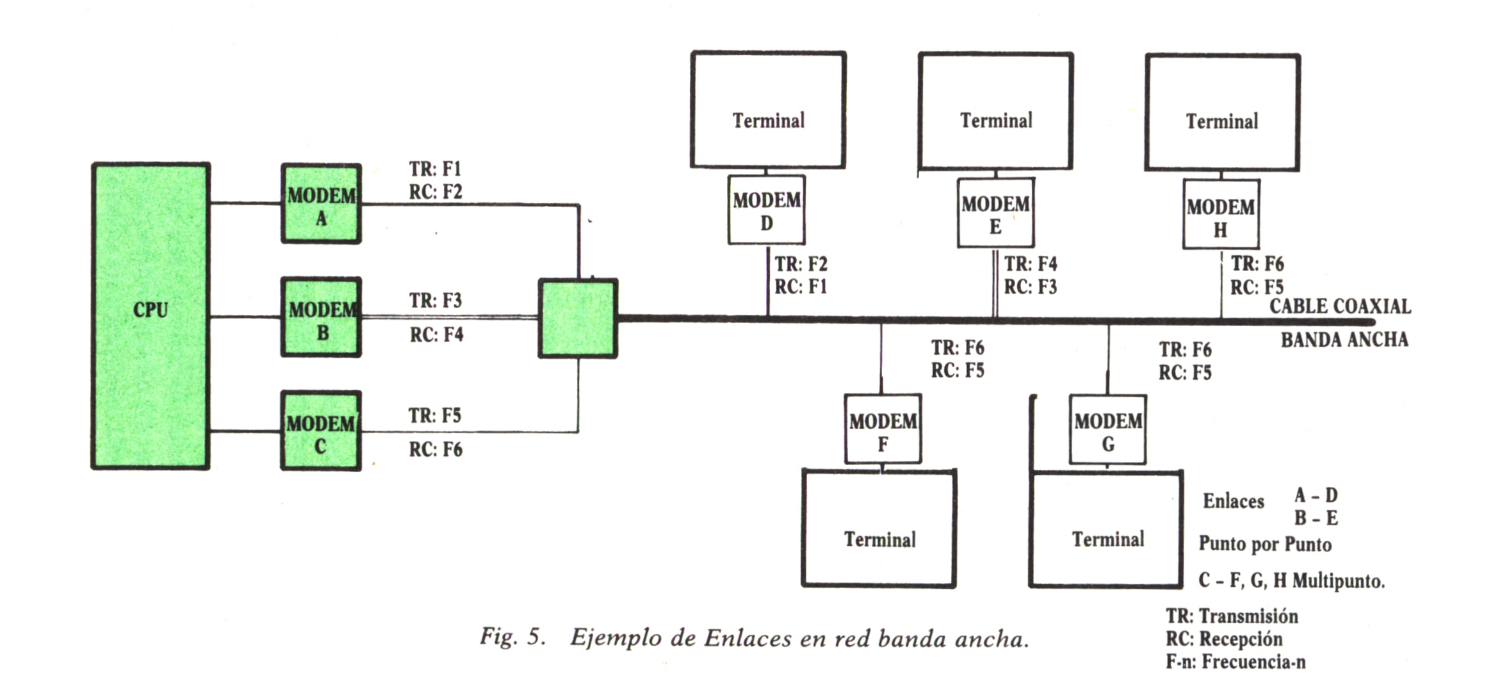


Fig. 5. Ejemplo de Enlaces en red banda ancha.



RED DE BANDA ANCHA WANG

Una de las redes de Banda Ancha más estudiada es la red WANGNET comercializada en 1983 por la compañía WANG LABORATORIES. Utiliza un cable doble de 350 MHz haciendo bucle, un sentido para transmitir y otro para recibir, figura 6. El espectro de frecuencia de la Banda Ancha está dividido en varias bandas englobando diferentes tipos de transmisiones cada una. Las bandas están separadas entre sí mediante bandas de seguridad para evitar las interferencias entre las transmisiones de una banda con las de otra. Las bandas establecidas son (fig. 7):

Banda de Interconexión: Para establecer enlaces punto a punto y multipunto.

Banda de Utilidad: Para transmisiones de vídeo.

Banda WANG: Para utilizarla como una red de Banda Base. En esta banda se utiliza la técnica CSMA/CD, de Ethernet, descrita en un capítulo posterior. Requiere equipos de interfaz en las terminales para acceder y comunicarse en esta banda.

LINEA DE RECEPCION
CABEZA DE CABLE
CABLE BUS
LINEA DE TRANSMISION
MODEM
TERMINAL

Fig. 6. Red de Banda Ancha Wang.

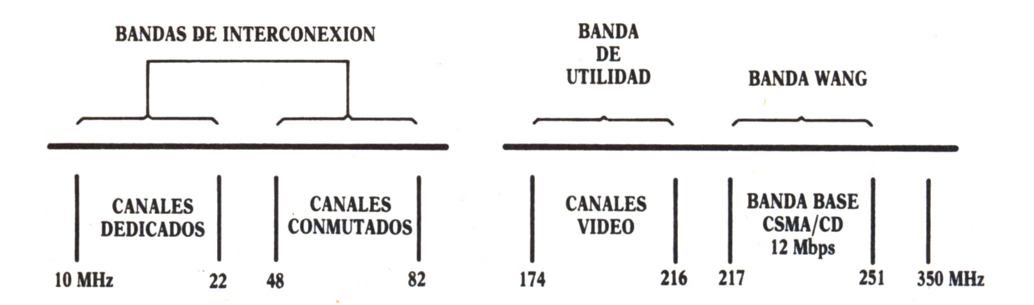
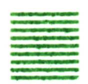


Fig. 7. Frecuencias de la red Wang de Banda Ancha.



CARACTERISTICAS COMPARATIVAS

A la hora de elegir la red de área local más adecuada es necesario hacer un balance de múltiples factores a tener en cuenta. La elección ha de considerar el posible crecimiento de las comunicaciones internas en el futuro, especialmente si fuera necesario incorporar transmisiones de vídeo señal o si bastara con manejar datos y voz. Para transmisión de vídeo la única solución razonable es la red de Banda Ancha. No obstante, si no existe certeza de utilizar señal de vídeo, o si el futuro es muy lejano, la solución puede ser una red Banda Base y en el futuro instalar una Banda Ancha conectada con aquélla. Si las transmisiones se limitan a voz y datos, las opciones se amplían a todas la redes existentes.

Cuando ya existe una centralita digital instalada, la solución de menor coste es utilizar la red de telefonía interna para soportar la red de datos local, a menos que se precise la transmisión de vídeo. Pero el alto coste de una centralita digital lleva a que la decisión de instalarla debe estar justificada como una necesidad del servicio telefónico de la compañía en sí mismo y no por su capacidad de transmisión de datos, para lo que existen mejores soluciones y más baratas. La capacidad de transmitir datos debe considerarse como un beneficio extra.

No obstante, al estar ya la inteligencia de conmutación en la centralita, no se requieren interfaces costosas en cada terminal para acceder a la red. Para compañías con una necesidad moderada de transferencia de datos esta solución puede ser adecuada para soportar las necesidades actuales y futuras, y ahorrarse así el coste y la complejidad que tienen dos redes separadas.

Las desventajas principales de las centralitas como red local son su alto coste inicial, el ancho de banda limitado y la pérdida de toda la red local si falla la centralita. El ancho de banda está limitado por el par de hilos que utilizan los circuitos telefónicos que, aunque es muy barato, no

permite la transferencia de datos por encima de los 100 Kbit/s. que se requieren para muchas aplicaciones de automatización de oficinas.

Las redes Banda Base resuelven los problemas de las redes de centralitas digitales, permitiendo comunicar entre sí dos estaciones cualesquiera de la red sin intervención de un control central. La instalación de una red Banda Base con cable coaxial o par de hilos es físicamente muy sencilla y el añadir un equipo nuevo es tan sencillo como hacer una conexión al cable. No ocurre así con los de Banda Ancha, que requieren asegurarse que existe un acople perfecto de impedancias, 75 ohmios, en todos los puntos de la red. La Banda Base requieren dispositivos especiales de acceso para manejar el protocolo de la red, CSMA/CD o paso del testigo, lo que aumenta el coste y el tipo de terminales que se pueden conectar. La instalación de una Banda Ancha requiere una planificación más cuidadosa de los acopladores, tomas de red, sintonizadores, etc. Estos requieren además, modems sintonizados a la frecuencia asignada a cada terminal lo que hace que tiendan a ser más caras. Pero las Banda Ancha son las únicas que permiten manejar todas las posibilidades de comunicaciones internas que pueden requerir muchas compañías no sólo en cuanto a volumen de in-

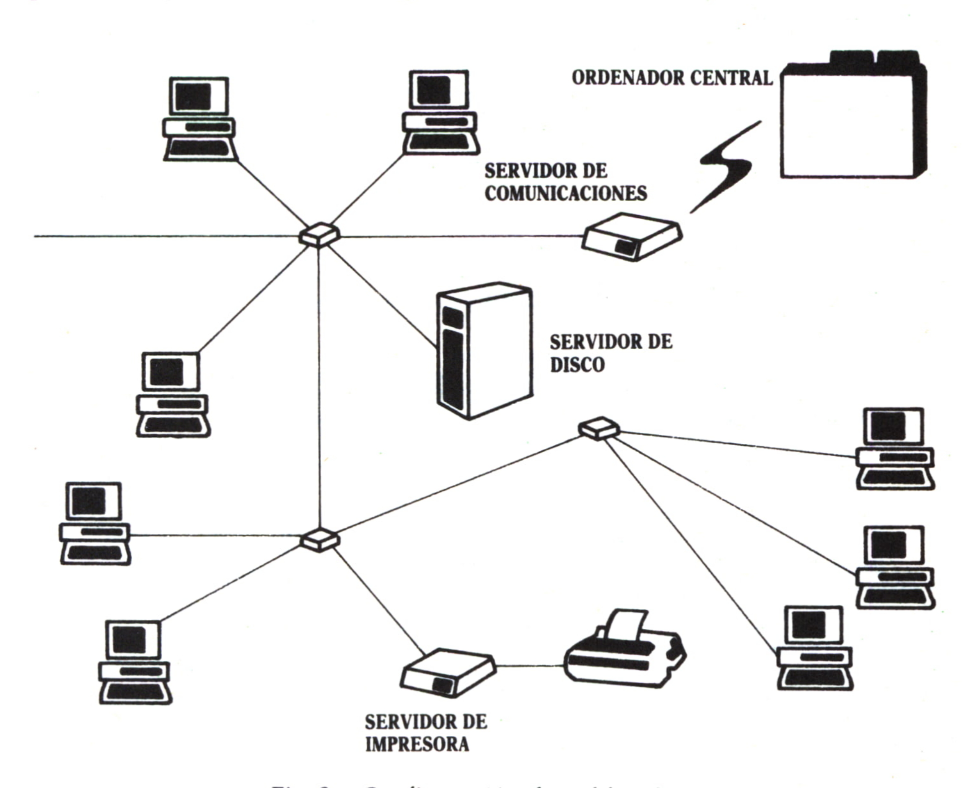


Fig. 8. Configuración de red local Nestar.

formación, especialmente vídeo, sino también en cuanto a las conexiones punto a punto y multipunto, mediante enlaces independientes dentro del mismo cable, que se pueden establecer en estas redes.

En muchos casos una red de Banda Base será la mejor solución por tener un coste razonable, ser fácil de instalar y expandir y dar un soporte de transmisión de voz y datos suficiente para las necesidades de muchas compañías.

Las figuras 8 a 10 muestran algunas configuraciones tipo de estas redes.

Una Banda Base media transmite unos 2,5 Mbits/s. de datos y las más potentes alcanzan los 10 Mbits/s. Los equipos disponibles de acceso a la red alcanzan velocidades de transmisión de datos de 1 Mbits/s. a 10 Mbits/s. Es un error, no obstante, pensar que sólo pueden alcanzar estas velocidades. Configurando adecuadamente la red, éste se puede dividir en varios tramos separados en los que se realizan transmisiones de 10 Mbits/s en cada uno (fig. 10). Los tramos están interconectados entre sí para permitir comunicaciones entre tramos, de modo que todo equipo de la red pueda acceder a cualquier otro. Ubicando convencionalmente las estaciones, de modo que la mayoría de las transmisiones se realicen dentro de un mismo tramo, se pueden alcanzar velocidades efectivas de transferencias de datos en el conjunto de la red muy superiores a los 10 Mbits/s.

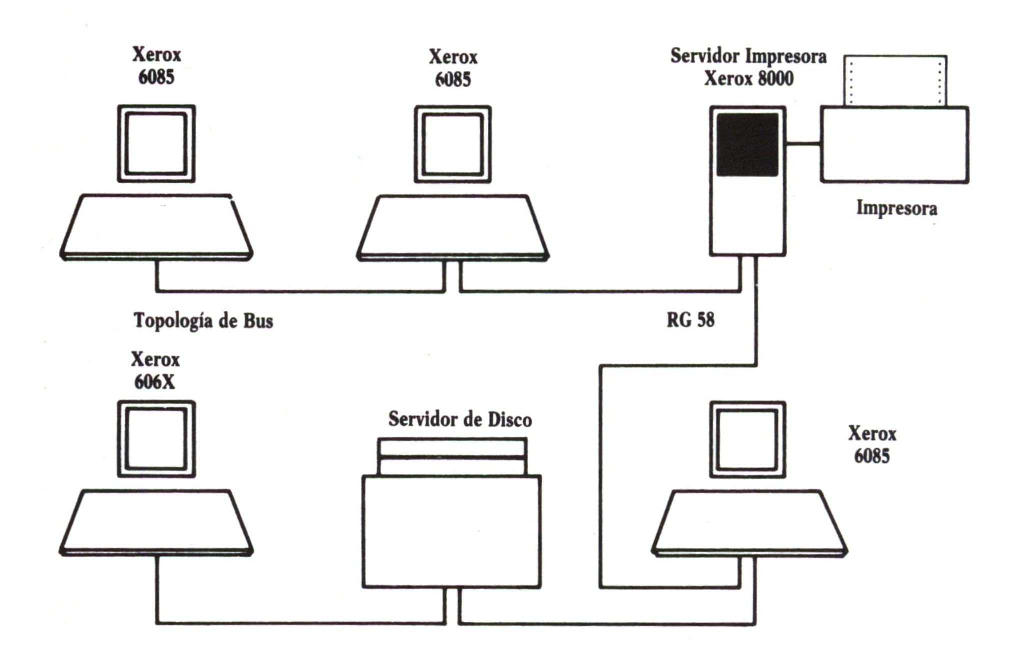


Fig. 9. Ejemplo de red local Banca Base.

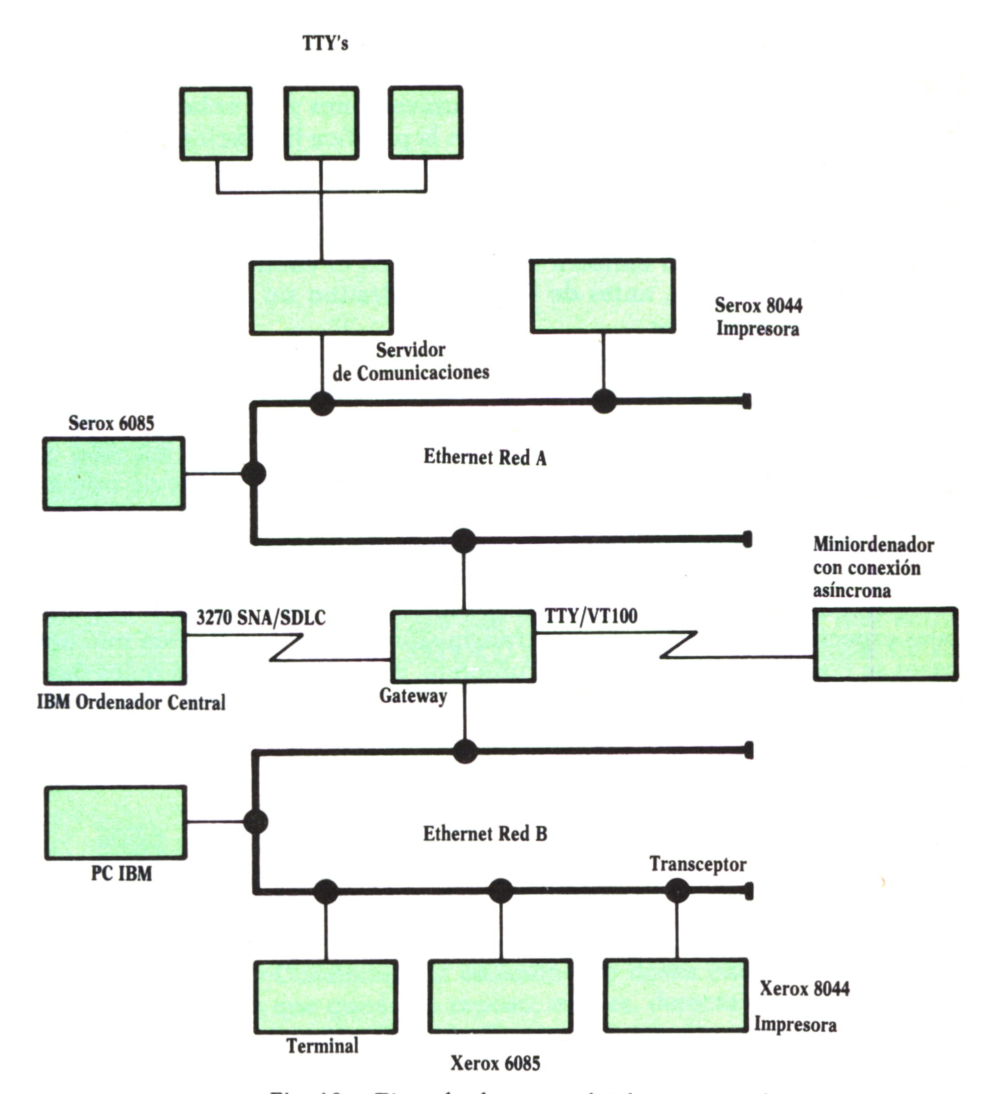


Fig. 10. Ejemplo de una red Ethernet grande.

Las redes de Banda Ancha, por su parte, son las únicas que permiten comunicaciones de vídeo. No requieren inteligencia en cada estación para acceder al cable, que se realiza mediante los modems sintonizados a la frecuencia asignada. Para los equipos de transmisión de datos se requieren los dispositivos propios de la transmisión que se quiera establecer. En concreto, para montar una red de Banda Base en la Banda WANG serían necesarios los interfaces de acceso abajo el protocolo CSMA/CD adicionalmente a los modems de acceso al cable.

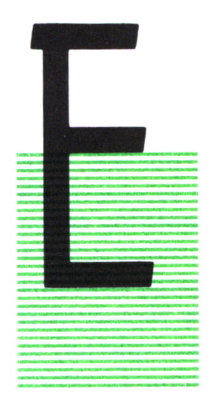
La transmisión simultánea, junto con la gran capacidad de transmisión, es la característica fundamental de estas redes, que son la única solución para soportar todo tipo posible de comunicaciones y de enlaces entre los equipos. Por otra parte, tampoco tiene en la práctica limitaciones en la longitud de cable, cosa que no ocurre en el bus Banda Base con el protocolo CSMA/CD, en donde el tiempo de transmisión para recorrer el cable de un extremo a otro puede originar que un bloque de datos correctamente enviado por la estación emisora se destruya en el camino por la emisión de otra estación lejana, antes de llegar a su destino sin que sea detectada la colisión por el emisor.

Otra ventaja de las redes de Banda Ancha es la independencia de los equipos que se conectan, al poder utilizar canales de frecuencia independientes para cada grupo diferente de equipos.

El mayor freno para la expansión de estas redes es el coste elevado de los modems, pero actualmente están bajando progresivamente de precio, llegando al nivel de los interfaces de Banda Base.

No obstante las características peculiares de cada tipo de red, las redes de Banda Base y las de Banda Ancha no se deben ver exclusivamente como competitivas una de la otra, sino complementarias. Cada una tiene sus ventajas específicas para cada tipo de transmisión, lo que hace que en muchos casos se construyan redes híbridas uniendo, por ejemplo, varias redes Banda Base mediante una red Banda Ancha, que además soporta otras transmisiones en paralelo.

METODOS DE ACCESO AL CABLE BANDA BASE 7



N una red local de Banda Base las estaciones comparten el cable utilizando una técnica de multiplexación de tiempo. Esto es, cada estación toma el control completo del cable durante un período corto de tiempo para transmitir un mensaje y cede el control a otra estación. Los protocolos de acceso que regulan este mecanismo más comunes son el CSMA/CD para las redes con topología de bus y el paso de testigo para las de anillo.



CSMA/CD (Carrier Sensing Multiple Access with Collision Detection)

El nombre literal es Acceso Múltiple mediante Escucha de Portadora con Detección de Colisiones. La estación que desea emitir escucha el cable y espera hasta que quede en reposo, esto es, detecta que no existe portadora (señal) en el cable. Cuando detecta el reposo empieza a transmitir. Transmite durante un cierto tiempo limitado, el de un paquete de tamaño máximo prefijado, y libera el cable un momento antes de continuar con el resto de datos que le quede por enviar. De este modo permite acceder a otras estaciones que estén esperando para transmitir.

Compartiendo la red entre varias estaciones no sólo es posible, sino que es probable que dos estaciones estén listas para transmitir escuchando al cable en espera de que quede en reposo, con lo que empezarán a transmitir su mensaje simultáneamente. En este caso se produce una colisión en el cable entre los dos mensajes destruyéndose ambos, pues se mezclan dos señales de la misma frecuencia base y el resultado es irrecuperable.

Para evitar las colisiones se puede utilizar la técnica de esperar un cierto tiempo aleatorio en las estaciones antes de empezar la transmisión. Este tiempo será, por tanto, distinto de unas estaciones a otras por lo que en teoría nunca deberían empezar dos estaciones a emitir a la vez. En la práctica la realidad no es así, ya que para longitudes del cable de varios kilómetros el tiempo de propagación en el cable es significativo, al ser del mismo orden que el tiempo de transmisión de los datos a 10 Mbits/s, con lo que dos estaciones distantes detectan en momentos diferentes la situación de reposo del cable. El concepto de simultaneidad se convierte en un intervalo de tiempo igual al de propagación de la señal de extremo a extremo en el cable. Como consecuencia, es inevitable que se produzcan colisiones. Ante la colisión las estaciones emisoras esperarán inútilmente el reconocimiento (aknowledge) de la estación receptora y volverán a retransmitir el bloque de datos colisionado. Con esta técnica se obtiene rendimiento de transferencia efectiva de datos en el cable del 80 por 100. Queda sin resolver el problema de que la estación emisora no se entera que su mensaje ha sido destruido, y es necesario el procedimiento de espera del reconocimiento para retransmitir.

Para resolver esta situación se utiliza la técnica «detección de colisión». La estación emite tan pronto como detecta la situación de reposo, pero mientras está transmitiendo también escucha la información que hay en el cable y comprueba que los datos recibidos coinciden con su propia transmisión original. Si hay discrepancia significa que ha habido colisión, de la estación para la transmisión y espera un tiempo aleatorio antes de reintentar la transmisión de nuevo. El tiempo de espera tras la colisión es aleatorio, pero el máximo es directamente proporcional al número de colisiones que se han producido al intentar enviar el paquete, con lo que en situaciones de poca carga en el cable la reemisión se hará rápidamente. Sólo en condiciones de saturación del cable se tendrá que esperar mucho tiempo para transmitir. Este es el procedimiento empleado en el protocolo Ethernet, consiguiendo un rendimiento de la transmisión en el cable superior al 90 por 100.

Cuando una estación detecta que en su transmisión ha habido colisión interfiere el cable momentáneamente para asegurar que todas las demás estaciones involucradas en la colisión detectan la interferencia. De otro modo sería posible que la primera estación emisora terminase de emitir su paquete sin detectar colisión, ya que las otras estaciones abortarían la transmisión inmediatamente al detectar la colisión y dejarían de interferir. Entonces, aunque el paquete podría parecer bueno para el transmisor, podría llegar dañado al receptor si hay longitudes diferentes en los caminos entre las estaciones transitoria y la receptora.

En un cable de 10 kilómetros, el orden de magnitud del tiempo de propagación de la información de un punto extremo a otro en el cable es del orden de magnitud del tiempo de emisión a 10 Mbits/s de un paquete me-

nor de 100 caracteres. Es posible, por tanto, que a distancias grandes del cable un paquete pequeño termine antes de emitirse que el tiempo que tarda en llegar hasta otra estación que ha empezado una emisión y genera colisión posteriormente. En este supuesto la estación emisora no detectaría la colisión. Esta es una razón que limita la distancia de las redes de Banda Base con protocolo CSMA/CD, ya que en toda red se pretende conseguir que el medio transmisor, el cable, y su método de acceso no tengan limitaciones en su fiabilidad.

El método de acceso CSMA/CD, anteriormente descrito, provee un mecanismo altamente fiable de transferencia de datos en un medio de transmisión común, compartido por múltiples estaciones sin un control central. La coordinación del acceso al cable para emitir un paquete está distribuida entre todas las estaciones que compiten para transmitir, utilizando un arbitraje de control estadístico. El tiempo de espera para reintentar una emisión es función del número anterior de colisiones detectadas.

Las colisiones son muy poco frecuentes. En redes piloto los estudios dan una utilización efectiva del 98 por 100 cuando se transmiten paquetes de 400 caracteres; 93 por 100 con 100 caracteres; 67 por 100 con 50 caracteres, y 38 por 100 con 6 caracteres.

Cuando aumenta la actividad de la red aumenta la probabilidad de colisiones. No obstante, el mayor problema que aparece con el aumento de actividad es que es imposible predecir el tiempo que una estación tendrá que esperar hasta que pueda emitir su mensaje satisfactoriamente, lo cual puede hacer inaceptable el método de acceso inaceptable para entornos industriales. En estos entornos, el tiempo de respuesta puede ser más importante que la eficiencia de la transmisión, por lo que resultan más recomendables los métodos de polling o paso del testigo.

En las figuras 1 y 2 se presenta el esquema del método CSMA/CD.



PASO DEL TESTIGO

El otro método de control de acceso al cable para transmitir es el paso del testigo. Tiene cierta analogía con el método tradicional de sondeo (polling) de las estaciones en cuanto que existe una señal que autoriza a una estación a transmitir, pero se diferencia básicamente en que no existe un control central que va autorizando a cada una de las estaciones.

El testigo es un corto mensaje que significa una autorización para transmitir que se va pasando de una estación a otra. Existen dos métodos fundamentales: el paso del testigo dirigido y el paso del testigo general.

Estación lista para transmitir

Línea en Reposo?

NO

SI

Comienza la transmisión

Hay colisión?

SI

Esperar un tiempo aleatorio

NO

FIN transmisión

Fig. 1. Método de acceso CSMA/CD. El tiempo aleatorio es función del número de colisiones anteriores detectadas.

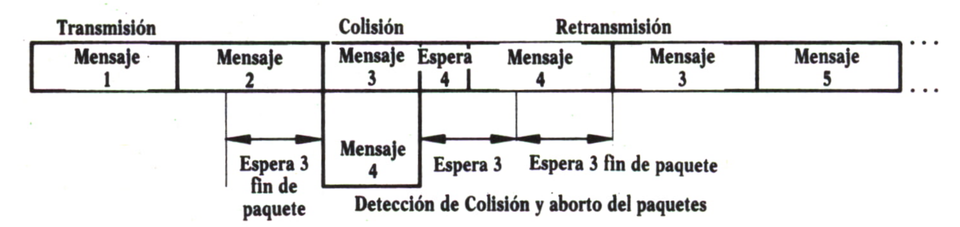


Fig. 2. Esquema de transmisión y espera aleatoria en CSMA/CD. La estación 3 estuvo lista antes que la 4, pero puede llegar a transmitir después.



Testigo dirigido

El testigo dirigido es un corto mensaje enviado a una estación determinada, autorizándola a transmitir. Las estaciones en la red están organizadas en una secuencia prefijada. Cada estación conoce la que le precede lógicamente y la que le sigue. Si la estación receptora del testigo tiene un mensaje que transmitir lo transmite inmediatamente después del testigo y a continuación añade un testigo nuevo para la siguiente estación. Por otra parte, según van llegando los testigos a las estaciones, éstos examinan los mensajes posteriores por ver si van dirigidos a ellos y procesarlos.

Cada estación comprueba periódicamente que su vecina está funcionando correctamente, haciéndola un sondeo. En caso de que no esté activa, prosigue secuencialmente en orden ascendente hasta que encuentra la siguiente activa.

En el arranque de la red el proceso es análogo. La estación de número inferior inicia el sondeo hasta que encuentra a su vecina inmediata. En ese momento pasa el testigo a su estación vecina para que ella repita el proceso.

En las redes en anillo pueden existir en un instante dado más de un testigo circulando en el anillo, con lo que más de una estación pueden estar transmitiendo a la vez. En las redes en bus, en las que la estación emisora toma el control completo del cable, el testigo es un simple medio de pasar el control secuencialmente de una estación a otra. Es posible encontrar el paso del testigo en redes en bus y en anillo, por el contrario, el CSMA/CD sólo tiene sentido en redes en bus.



Testigo general

El testigo general difiere del anterior en que no va dirigido a una estación determinada, es una autorización a transmitir que se van pasando una estación a otra a lo largo de un anillo y que toma la estación que quiere enviar. De este modo se evita la necesidad de tener que conocer cuál es la estación vecina anterior y siguiente a cada una de las estaciones del anillo, con lo que las estaciones pueden conectarse o desconectarse del anillo sin interferir en el envío de los mensajes en él.

En el método más general el nodo superior del anillo pone un testigo en el anillo y vigila que siempre haya uno circulando. Cuando una estación quiere enviar un mensaje, espera a que le llegue el testigo, se lo guarda y en su lugar envía el mensaje tan largo como quiera hasta su terminación. Inmediatamente, a continuación del mensaje, devuelve el testigo al

anillo para que la siguiente estación pueda añadir otro mensaje al mensaje anterior.

De esta forma se produce un tren de mensajes que va circulando por el anillo con el testigo como “farolillo de cola“, indicando dónde termina el tren, para añadirle más mensajes (fig. 3). La estación que posee el testigo emite sin recibir, con lo que se eliminan automáticamente del anillo los paquetes viejos que haya detrás del testigo. No obstante, si hay muy po-

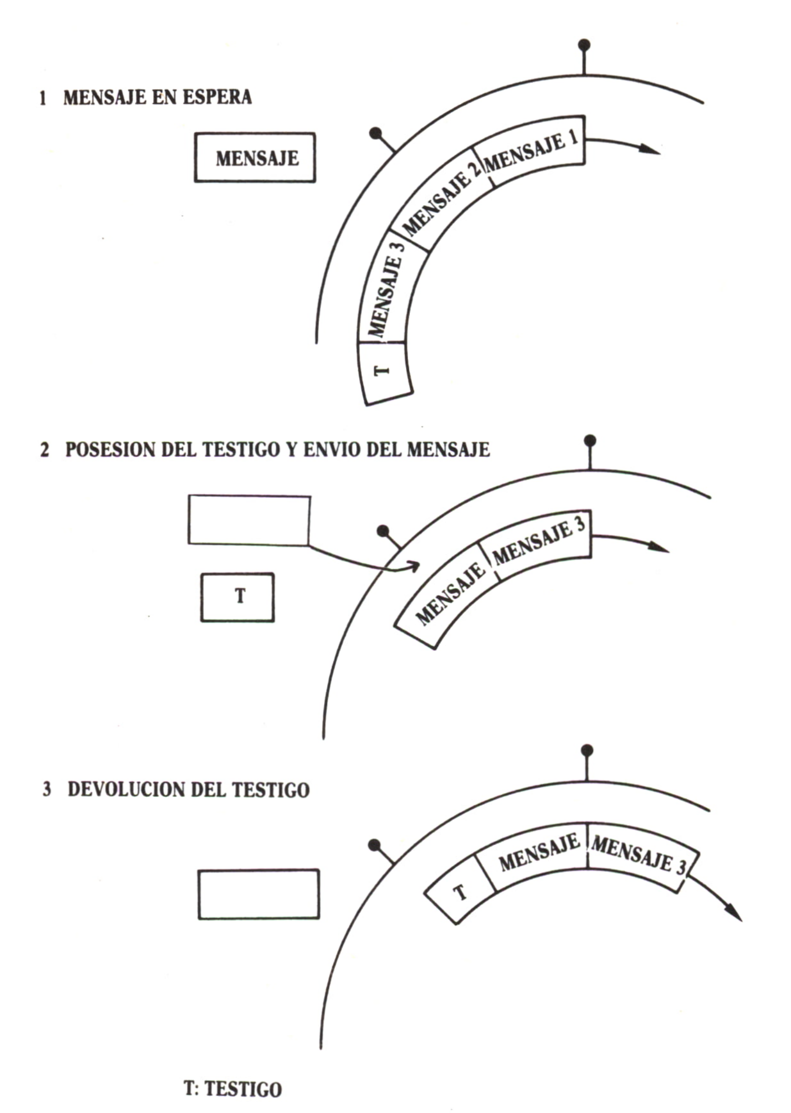


Fig. 3. Paso del testigo y tren de mensajes en el anillo.

cas estaciones emitiendo y el anillo es muy largo podría darse la situación de que la estación emisora recibiese intacto el paquete emitido, en cuyo caso debe quitarle del anillo para evitar que la receptora lo reciba por duplicado.

Otro método algo distinto es el utilizado por IBM para su red de área local en anillo, anunciada a finales de 1985. En este caso el testigo acompaña a un único bloque de datos como cabecera y no admite otro bloque de datos nuevos hasta que el anterior es recibido por la receptora. El modo de funcionamiento se expone en la figura 4. Un testigo libre para recibir datos circula por el anillo. La estación A no tiene nada que enviar y lo deja pasar sin modificarlo. Al llegar a la estación B, que tiene datos para transmitir, ésta modifica un bit en el testigo para indicar que está ocupado, y a continuación añade detrás del testigo la dirección de la estación D, a la que va dirigido el mensaje, y los datos. El paquete pasa por la estación C sin modificaciones ya que no encuentra su dirección en el paquete y el testigo está ocupado, por lo que tampoco puede transmitir. La estación receptora D recibe el mensaje y lo devuelve al anillo modificando un bit del mensaje, indicativo de que ya lo ha recibido. La estación E lo deja pasar sin tocarlo y cuando llega nuevamente a la estación emisora B, ésta verifica que el paquete ha sido recibido intacto, en cuyo caso elimina los datos del anillo y genera un testigo libre para que otra estación pueda transmitir y continuar el proceso.

Este método es más lento que el tren de paquetes, por requerir eliminar el paquete del anillo antes de que se pueda enviar uno nuevo. Tiene la ventaja de que se obtiene la confirmación de haber sido recibido y de simplificar el flujo de datos a lo largo del anillo.

Otra variante del paso del testigo es el «anillo hueco» (*empty slot*) desarrollado por la Universidad de Cambridge y cuyo uso ha sido muy extendido en Inglaterra, donde se ha establecido la norma Cambridge Ring-82. En el anillo (fig. 5) hay un cierto número de testigos circulando cíclicamente que definen unos huecos de longitud fija entre testigo y testigo en los que las estaciones pueden insertar sus datos. Cada testigo puede cargar con un número fijo de datos, determinado por el tamaño del hueco, al que se atienen las estaciones emisoras. El testigo lleva indicación de hueco vacío o hueco lleno en el último bit del testigo. De esta forma, la estación que quiere enviar, sólo tiene que modificar el último bit del testigo y a continuación insertar su mensaje en el hueco. La estación siguiente recibe el bit ocupado y deja pasar el hueco sin tocarlo. La estación que ha enviado un paquete tiene que esperar a recibirlo de vuelta y cambiar el bit de ocupado por el de libre en el testigo, de modo que el hueco quede vacío y pueda ser utilizado por otras estaciones.

Los métodos basados en el paso del testigo requieren una cierta vigilancia por una estación supervisora, que no es requerida en el método CSMA/CD. En el anillo la estación supervisora debe vigilar que efectiva-

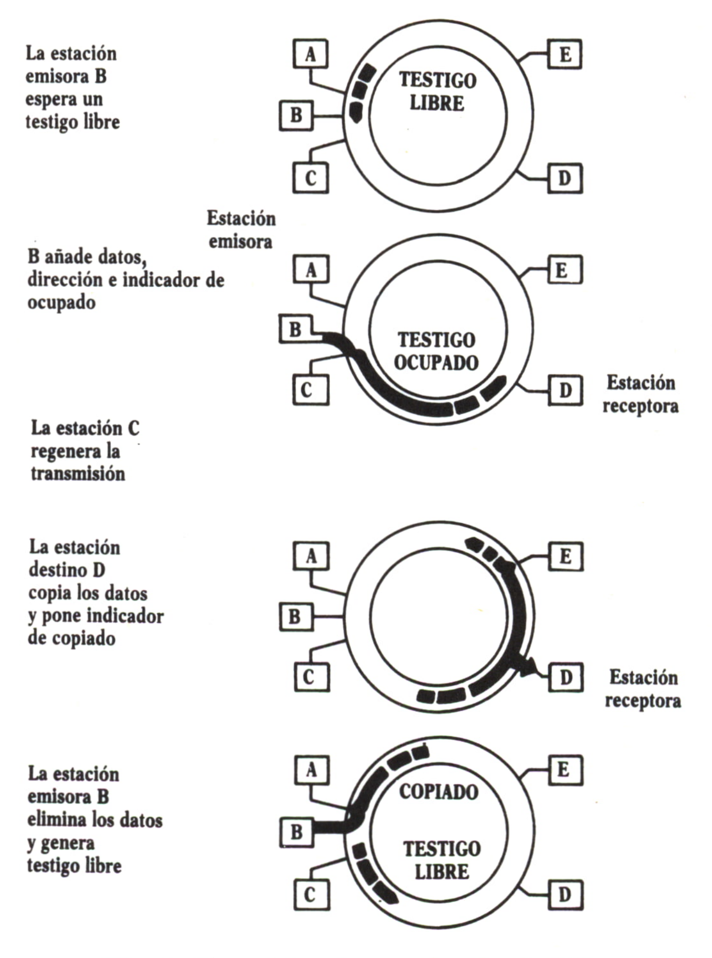


Fig. 4. Paso del testigo en el anillo de IBM.

mente se eliminan los mensajes del anillo una vez recibidos, así como que siempre exista algún testigo funcionando y no se hayan perdido por ruidos en el cable o funcionamiento anormal de cualquier estación.

Por otra parte, dado que el control se pasa en una secuencia determinada, existe un máximo en la cantidad de tiempo que una estación debe esperar para transmitir. Esta es una ventaja clara sobre el método CSMA/CD, en el que el tiempo de espera es una función probabilística, que evita la pérdida de tiempo de transmitir testigos, pero no puede determinar el máximo tiempo de espera de una estación para transmitir. Esto puede hacerle inválido para aplicaciones de tiempo real como la transmisión de voz. En el paso del testigo es posible determinar el tiempo mayor

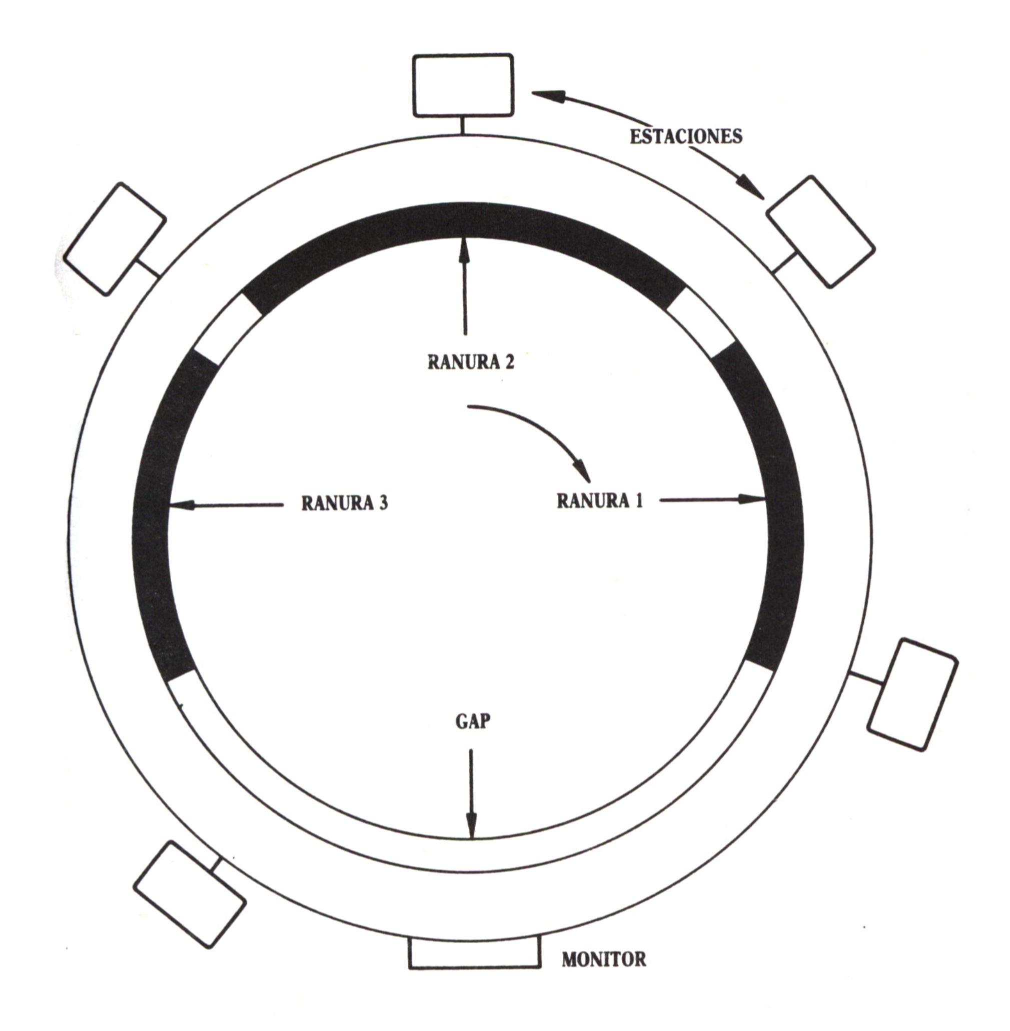


Fig. 5. Transmisión en el anillo mediante ranuras vacías.

de espera en el peor caso, cuando todas las estaciones quieren transmitir, para evaluar si se puede dar soporte a todos los servicios de comunicaciones de datos que se le va a pedir al anillo.

El paso del testigo y el CSMA/CD tienen, probablemente, su aplicación más idónea en situaciones diferentes. El testigo se adapta mejor al entorno de producción de una factoría, mientras que el CSMA/CD encuentra su mejor aplicación en la oficina.

Un departamento de producción suele tener pocas estaciones con intercambio frecuente de información. En este caso, el pequeño retraso de una estación para transmitir es menos crítico que la garantía de que cada

estación tendrá la oportunidad de transmisión antes de un tiempo determinado. En esta línea, la especificación MAP (Manufacturing Automation Protocol) para entornos de producción, están basados en el estándar 802.4 de paso de testigo.

Por el contrario, una red local de oficina suele tener muchísimas estaciones conectadas con un intercambio de información poco frecuente y con volúmenes elevados de datos. En este entorno, el retardo en acceder a la red podría ser prohibitivo si se tiene que esperar a regenerar el testigo en cada estación. Por otra parte, dado que en la mayoría de las ocasiones no habrá muchas estaciones intentando transmitir simultáneamente, la probabilidad de que haya colisiones es pequeña, y la pérdida de tiempo, debido a ellas, es tolerable. A lo sumo se podría producir un tiempo de respuesta elevado en alguna ocasión aislada a un usuario de oficina. Esto, que es perfectamente tolerable en entornos de oficina, podría ser inaceptable en entornos industriales de tiempo real. En esta línea, el estándar 802.3 del CSMA/CD es la base de las especificaciones del TOP (Technical and Office Protocol) para los entornos de oficina.

PROTOCOLOS DE RED 8



LOS métodos de acceso al cable para transmitir los mensajes de información de un punto a otro de la red local están diseñados para alcanzar el máximo de probabilidad de que el mensaje sea recibido sin errores. Pero no lo pueden asegurar al ciento por ciento. Los mensajes se pueden perder o recibir con error debido a interferencias con otros mensajes, a ruidos electromagnéticos en el cable, a una estación receptora que esté inactiva o que rechace el paquete recibido, etc. Los protocolos de comunicaciones para la transmisión de datos entre estaciones deben asumir, por tanto, que los mensajes se recibirán correctamente en su destino sólo con una alta probabilidad, pero no con total seguridad.

En una red local, el cable y los elementos físicos de conexión, y los métodos de acceso CSMA/CD o paso del testigo, hacen el máximo que pueden para transmitir los paquetes con éxito, pero es responsabilidad de otros procesos posteriores en las estaciones fuente y destino el tomar las precauciones necesarias para asegurar que la comunicación termina con éxito. De este modo, se le quita al cable y al mecanismo de transporte (método de acceso) la responsabilidad final de garantizar la fiabilidad de la comunicación para dársela a un proceso posterior en las estaciones, denominado protocolo de comunicaciones. Ubicando de este modo, en un nivel superior, la responsabilidad, es más fácil ajustarla a la necesidad de las aplicaciones posteriores y permite realizar la resolución de los errores en el lugar en donde se puede hacer mejor.

Concluyendo, para la transferencia práctica de mensajes en una red local hay algo más que hacer que el simple hecho de solucionar los problemas de transporte en el cable y del método de acceso. Los protocolos de redes locales incluyen la definición del formato de los paquetes, detección y recuperación de errores, direccionamiento de paquetes y control del acceso múltiple al medio de transmisión.

Sincronismo 8 bytes	Dirección Destino 6 bytes	Dirección origen 6 bytes	Tipo de paquete 2 bytes	Datos 46 a 1.500 caracteres	CRC 2 bytes

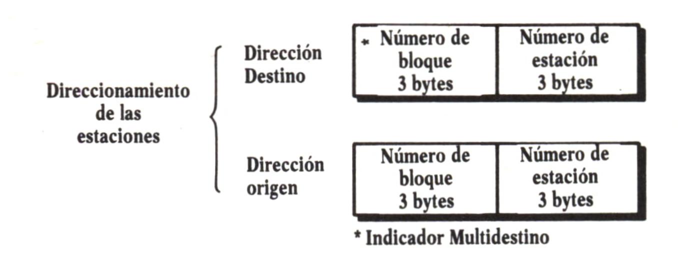


Fig. 1. Formato de una trama Ethernet.

En la norma Ethernet el formato de los paquetes de datos, denominado trama, tiene los campos presentados en la figura 1. La trama puede tener de 72 a 1.526 octetos o bytes. El campo de sincronismo sirve para que la estación receptora identifique el comienzo de la trama, ya que en ausencia de transmisión no hay señal en el cable y no se sabe en qué momento va a aparecer el siguiente paquete. Este campo consta de 8 octetos, 7 consecutivos, de valor hexadecimal «AA», y el último, de valor «AB». A continuación le siguen dos campos de dirección de la estación destinataria del paquete y de la estación emisora del mismo. Cada campo de dirección tiene asignados 47 bits para definir distintos números de estación. Por tanto, se pueden definir ocho millones de bloques y en cada bloque 16 millones de direcciones, lo que da un total de 140 billones de direcciones posibles distintas. Con ello se pretende dar la posibilidad de asignar una dirección distinta a cada una de las estaciones de las redes existentes en el mundo para que, al menos teóricamente, puedan comunicarse entre sí las estaciones de cualquier parte del mundo mediante los protocolos de niveles superiores sin encontrar la limitación en el direccionamiento. La posibilidad de comunicación entre distintas redes locales mediante los gateways, que se ven en otro capítulo, convierten en realidad la posibilidad de establecer comunicaciones entre estaciones a nivel mundial.

A continuación de los campos de dirección va el campo identificativo del tipo de paquete, que es utilizado por los procesos posteriores del propo de datos sigue al de tipo de paquete. Además de los datos mismos inpo de datos sigue al de tipo de paquete. Además de los datos mismos, incluye la información relativa a los protocolos de nivel superior en la estructura OSI, y que varía en función del fabricante, del tipo de estación y de la aplicación en sí que establezca la comunicación. La longitud del cam-

po de datos varía de 46 a 1.500 caracteres. El establecer un tamaño mínimo del campo de datos se debe a la necesidad del método de acceso CSMA/CD de que el paquete tenga un tamaño mínimo para garantizar que se detectan las colisiones en transmisiones de las estaciones extremas de la red, como se vio en un capítulo anterior.

Los dos últimos caracteres de la trama se añaden a los datos anteriores para protección frente a errores en la transmisión. El método utilizado es el CRC (Cyclic Redundancy Code) comúnmente utilizado en la transmisión de datos. Cuando una estación envía un mensaje, cada uno de sus datos es procesado por el algoritmo CRC para obtener dos caracteres de 8 bits actualizados con cada dato. Al final del mensaje se añaden los dos caracteres CRC así obtenidos como unos datos adicionales a la transmisión. La estación receptora, al ir recibiendo el mensaje, reprocesa cada dato con el mismo algoritmo y al terminar el paquete compara los dos últimos caracteres recibidos con los obtenidos por ella. Si coinciden se asume que la transmisión ha sido correcta, y si difieren se asume un error en la transmisión en el cable y se rechaza el paquete. De este modo se detectan en la estación receptora los posibles errores de transmisión debido a ruidos o interferencias en el cable.

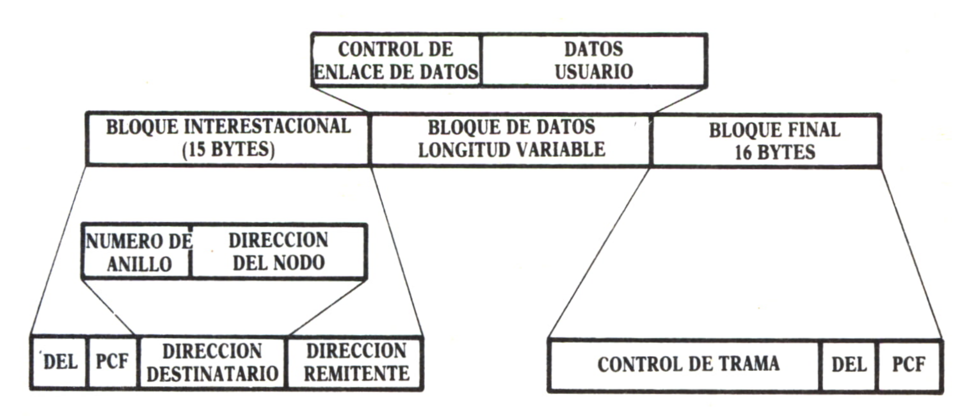


Fig. 2. Estructura del paquete de transmisión de la red local de IBM.

En la figura 2 se representa el formato de la trama de la red en anillo de IBM, cuya interpretación es análoga al caso visto anteriormente. El campo de dirección también permite la interconexión de distintas redes en un conjunto más amplio a través de gateways o mediante la configuración de la figura 3.

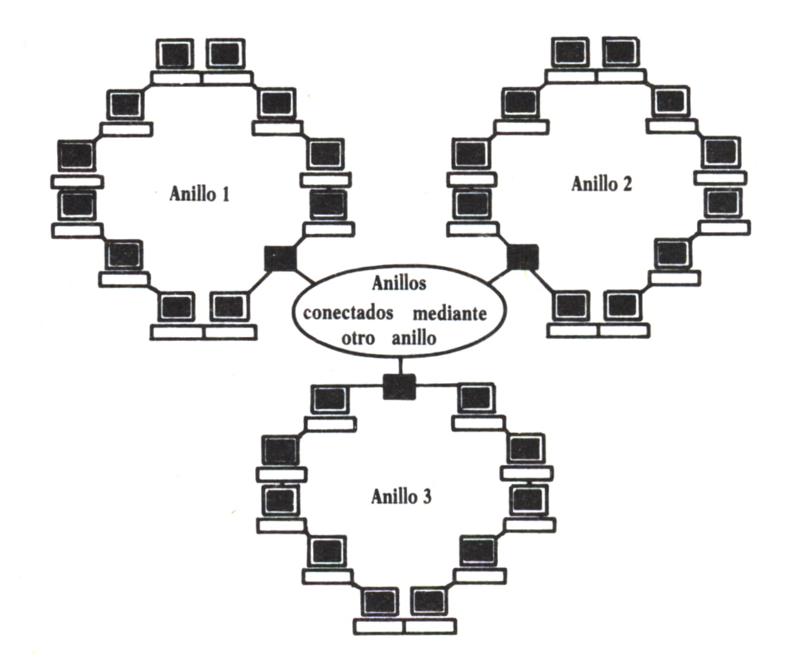
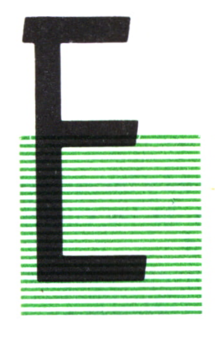


Fig. 3. Conexión de varios anillos mediante otro anillo.

Al igual que ocurre en las redes convencionales de comunicaciones e, incluso más agravado, en las redes locales están poco normalizados los niveles superiores de ISO. Los modelos normalizados se limitan a los aspectos relativos a los niveles 1 y 2, siendo distintos en cada fabricante los superiores. Por ello es por lo que redes comerciales que trabajan con idéntico método CSMA/CD son incompatibles en la mayor parte de los casos.

EL SOFTWARE DE LAS REDES LOCALES 9



L software de una red local consiste básicamente en una serie de programas que residen en el *Servidor* de la misma («Server»), y cuyas funciones y posibilidades difieren notablemente entre distintos sistemas. Es un factor importante a considerar en la elección de una red local, sobre todo en los siguientes aspectos fundamentales:



SEGURIDAD

El software de la red tiene que poder controlar el acceso a la misma (por ejemplo, por el nombre del usuario y una contraseña) para denegarlo al usuario no autorizado. Tiene que gestionar también el acceso restringido, o sea, el acceso de sólo algunos usuarios a determinadas zonas de almacenamiento de datos, y tiene también que proporcionar áreas de almacenamiento de archivos privados para uso individual.



CONFIGURACION

La flexibilidad de configuración de una red está relacionada con sus posibilidades y limitaciones. La mejor configuración es la centralizada, en la que un gestor de la red mantiene un control eficaz de los recursos y permite a los usuarios ver la totalidad de los mismos que están disponibles.

En cambio, la configuración distribuida, en la que cada usuario conoce los recursos que el mismo posee, pero difícilmente conoce los disponibles en la totalidad de la red, da como resultado un mal control de los recursos y una mayor limitación de la seguridad.



FACILIDAD DE USO

Es importante que la red sea fácil de operar, sobre todo en aplicaciones ofimáticas, que sea fácilmente accesible a personas que no tengan conocimientos de informática. Cuantas más ayudas y guías estén contenidas en el sistema, mucho mejor; éste debe presentar opciones e información en la pantalla de modo que sean comprensibles en forma inmediata.

Una red eficiente permitirá a los usuarios manejarse con rapidez, sin necesidad de teclear mandatos complicados.



OTROS

Es importante conocer el rango de aplicaciones en una red y las «puertas de salida», o sea, los enlaces de comunicación a través de los cuales los usuarios pueden tener acceso al mundo exterior a la red.

Veamos a continuación en la figura, como ejemplo, los niveles del software de un servidor de una red de ordenadores personales («PCs»).

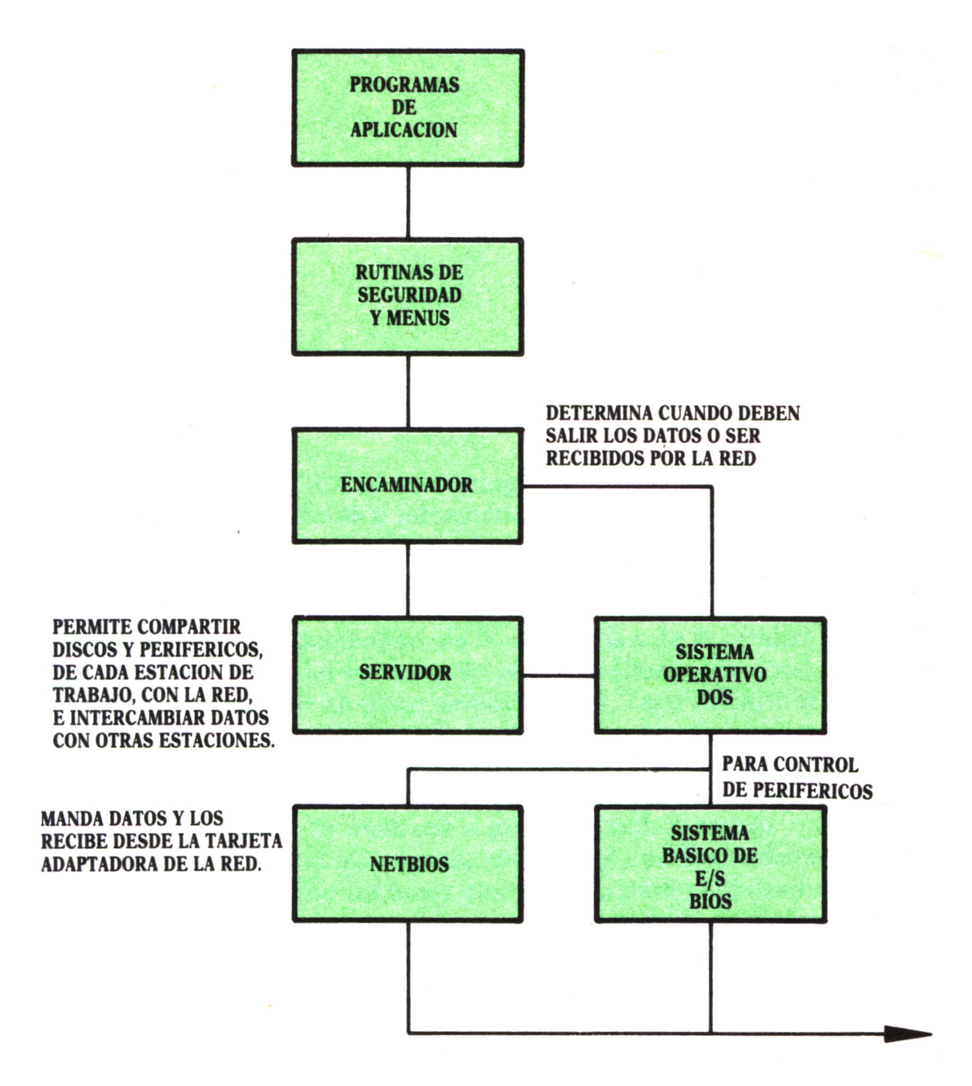


Fig. 1. Niveles del Software de un servidor de Red de PCs.

APLICACIONES OFIMATICAS DE LAS REDES LOCALES 10



FIMATICA es un neologismo formado a partir de las palabras oficina e informática, y es también el campo en donde las aplicaciones de las redes locales han provocado el avance más espectacular desde el invento del teléfono. Los beneficios que se derivan son evidentes: aumento de la productividad, de la eficiencia y de la calidad de vida laboral del usuario. Se puede predecir con total seguridad que, en un plazo de pocos años, cada trabajador tendrá su terminal de la misma forma que hoy tiene su teléfono.

Los trabajos típicos en el entorno de oficinas son, por una parte, los típicos trabajos de facturación, contabilidad, etc., ligados a grandes bases de datos y a ordenadores de mediana o gran potencia («minis» o «hosts»), y por otra parte, aplicaciones nuevas, aparecidas con los ordenadores personales («micros»), como las hojas electrónicas para cálculos financieros, el correo electrónico para comunicaciones internas, el tratamiento de textos, etc.



REDES DE «MICROS»

Es en este campo de la automatización de oficinas donde mayor desarrollo están teniendo las redes locales, fundamentalmente en forma de redes de microordenadores, que se están perfilando como sistemas de procesos opcionales a los centralizados. La red local de «micros» permite a cada microordenador compartir recursos (discos, impresoras, líneas de comunicaciones, etc.), comunicarse entre ellos y también con los «minis» y «hosts» para acceder a las grandes bases de datos.

Como ejemplo de una red de este tipo, vamos a ver a continuación la red OMNINET, que es una de las más extendidas.



OMNINET

Es la red local de CORVUS, empresa dedicada en un principio a la fabricación de discos para microordenadores y que ha evolucionado hasta la fabricación de una red local. La red OMNINET también la utilizan otras compañías, como NCR, BULL, FUJITSU, etc.

Características

Velocidad	— *1 Mbit/s.*
Medio	— *Par trenzado.*
Acceso	— *CSMA/CD.*
Topología	— *Bus.*
Máx. núm. estaciones	— *64.*
Long. máxima	— *304 metros.* *1200 con repetidores*
Long. mensaje	— *Variable.*
Transmisión	— *Banda Base.*

Como se ve en la figura, admite microordenadores de diversas marcas, suministra «servers» de disco, impresora, comunicaciones, «gateways» para conexión con otras redes, «mirror servers» para «backups» en cinta tipo vídeo, etc.

El nivel físico y el de control de acceso están integrados en un chip VLSI que forma parte de la tarjeta de transmisión de red.

El software, denominado CONSTELLATION, que se presenta al usuario en forma de menús, permite controlar los accesos mediante palabras clave y ofrece protecciones a nivel de volumen, ficheros y registros.

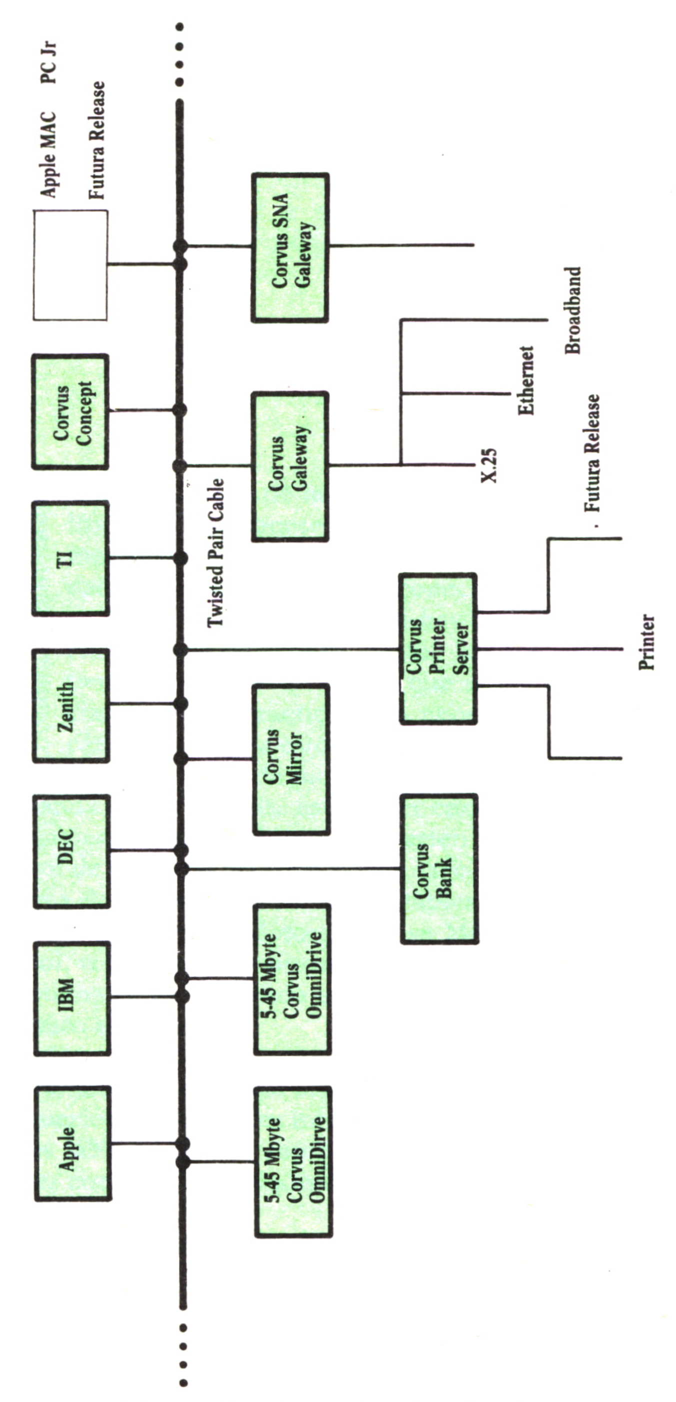
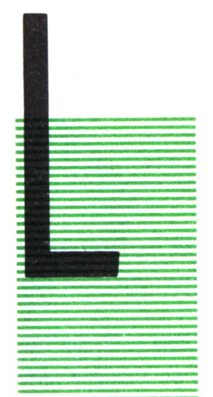


Fig. 1. Omminet red de área local.

APLICACIONES INDUSTRIALES DE LAS REDES LOCALES 11



LA introducción de las redes locales en la industria se realiza más lentamente que en la oficina, debido principalmente a que las necesidades son más amplias y la variedad de dispositivos a interconectar es enorme.

En el entorno industrial hay que tener muy en cuenta los tiempos de acceso, ya que los procesos funcionan en tiempo real. También hay que considerar las interferencias electromagnéticas y la necesidad de protección mecánica. Debido a estos factores, se ha comprobado que los sistemas de *banda ancha* y los de *paso de testigo* son más adecuados que los otros. La banda ancha permite establecer canales independientes para los diversos sistemas de control que comparten la red: vídeo, control de energía, control de diversos tipos de maquinaria, etc.

Los esfuerzos de normalización más notables, aparte de los generales del IEEE, son los de General Motors, con su MAP (Manufacturing Automation Protocol, ver capítulo de normalización), por el que se pretende establecer un sistema mixto de banda ancha con topología en bus y sistema de acceso de paso de testigo.

No es extraño que haya sido un gran consumidor de equipos para producción automatizada quien haya tomado la iniciativa en este campo, ya que es a los usuarios a quienes les interesa el poder interconectar elementos de distintos fabricantes; en cambio, a estos últimos sólo les interesa que sus clientes consuman sus equipos, evitando la compatibilidad con la competencia.

Veamos, como ejemplo, una red local española utilizada en ambientes industriales:



RED LOCAL CR-X-NET

CRISA es una firma española que ha desarrollado la red local CR-X-NET, que enlaza hasta varios millares de terminales, ordenadores, impresoras y otros recursos informáticos ubicados en una o más áreas locales.

Características

Velocidad	— *1,8 Mbit/s.*
Medio	— *Par blindado.*
Acceso	— *Testigo.*
Topología	— *Bus.*
Max. núm. nodos	— *255.*
Long. máxima	— *2 km.*
Transmisión	— *Banda Base.*

La implantación no requiere modificación alguna en el software de aplicación. La red realiza la conversión de protocolos y el manejo del formato de pantalla de equipos de distinto fabricante.

La red asigna a cada dispositivo conectado un canal de datos cuya capacidad es función de las necesidades reales de tráfico. Esto se realiza mediante un conjunto hardware denominado *asignación dinámica de ancho de banda,* ya que al ser la transmisión de banda base y no de banda ancha, como dijimos que era ideal para las aplicaciones industriales, este dispositivo compensa el inconveniente y consigue una mayor y mejor utilización de la red. O sea, el testigo o derecho a transmitir se pasa más veces a las estaciones que más tráfico cursan, pero asegurando el acceso al medio a todas ellas aun en las condiciones más extremas.

REDES DE PROCESO DISTRIBUIDO 12



SON redes que, como su nombre indica, tienen como objetivo proporcionar servicios de almacenamiento y proceso distribuido, integrando sistemas de distinta potencia: «minis», «micros» y «hosts».

La mayor parte de estas redes están orientadas hacia los productos de una marca, como la DECNET de DIGITAL, la futura red de IBM, la TOWERNET de NCR o la ETHERNET de XEROX.

DIGITAL, XEROX e INTEL impulsaron la creación y desarrollo de ETHERNET como medio de interconexión a alta velocidad de procesadores de diverso tipo, intentando que dicha red quedase como norma predominante de redes locales. Aunque actualmente es el sistema más extendido y la norma IEEE 802,3 está basada en el mismo, este objetivo no se ha conseguido, y existen varios sistemas predominantes, cada uno mejor adaptado que los otros a determinadas situaciones específicas.

Vamos a ver con cierto detalle la DECNET de DIGITAL.



DECNET

La DECNET es una red de ordenadores DIGITAL que permite conexiones a redes externas X25, SNA y ETHERNET. Limitándonos a la red local ETHERNET, ésta tiene las siguientes características:

Velocidad	— 10 Mbits/s.
Medio	— Cable coaxial.
Acceso	— CSMA/CD.
Topología	— Bus.
Long. máxima	— 2,5 km.
Max. long. segmento	— 500 m.

Núm. estaciones — 1024.
Transmisión — Banda Base.

Además de la conexión de los distintos procesadores DIGITAL, existen dos dispositivos orientados a servicios de comunicaciones:

— El servidor de terminales.
— El «ROUTER» o encaminador que permite:

• Conexión por líneas telefónicas entre dos ETHERNET.
• Conexión X25, que además permite la conexión X29 de terminales que usen la X25 para acceder a la red ETHERNET.
• Conexión SNA, permitiendo utilizar, por tanto, los servicios RJE y 3270 que ésta proporciona.

DIGITAL suministra además un "paquete" de software para controlar el tráfico de la red y poder detectar averías, denominado OBSERVER.

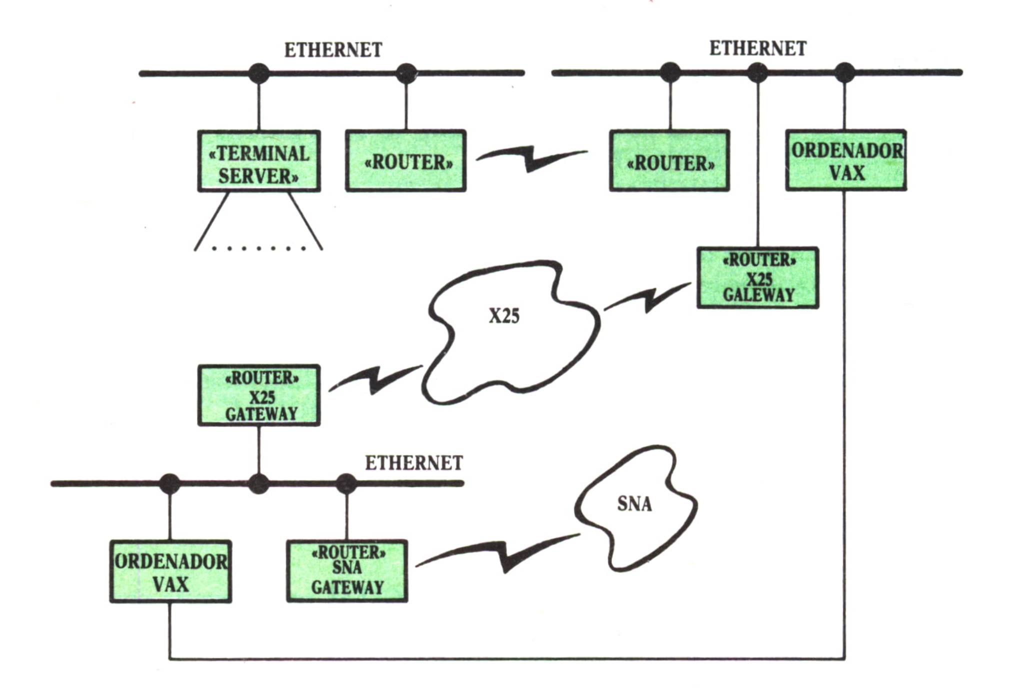


Fig. 1.

REDES DE COMUNICACIONES 13



SON redes que suministran básicamente servicios de comunicaciones y que compiten con las centralitas de datos, aventajando a éstas en flexibilidad y en un coste más modular.

Existen algunas redes que sólo dan servicios de nivel físico como concentración, conmutación, establecimiento de circuitos virtuales, etc., y otras, que además dan servicios de conversión de protocolos y de manejo de distintos tipos de pantallas y terminales. Como ejemplo de estas últimas describiremos la NET-ONE.



NET-ONE

Es una red del tipo ETHERNET, de la casa UNGERMANN-BASS, que básicamente ofrece los servicios ya indicados de nivel físico más los del manejo de distintos tipos de pantallas asíncronas y los del protocolo 3270.

Características:

Velocidad	— 10 Mbit/s.
Medio	— Cable coaxial.
Acceso	— CSMA/CD.
Topología	— Bus.
Máx. Núm. NODOS	— 1024.
Long. máxima	— 1,2 km.
Transmisión	— Banda Base.

La longitud máxima se puede ampliar mediante repetidores y, asimismo, se pueden conectar varias redes mediante puentes.

Las unidades de interface a la red se denominan NIU (Network Interface Unit).

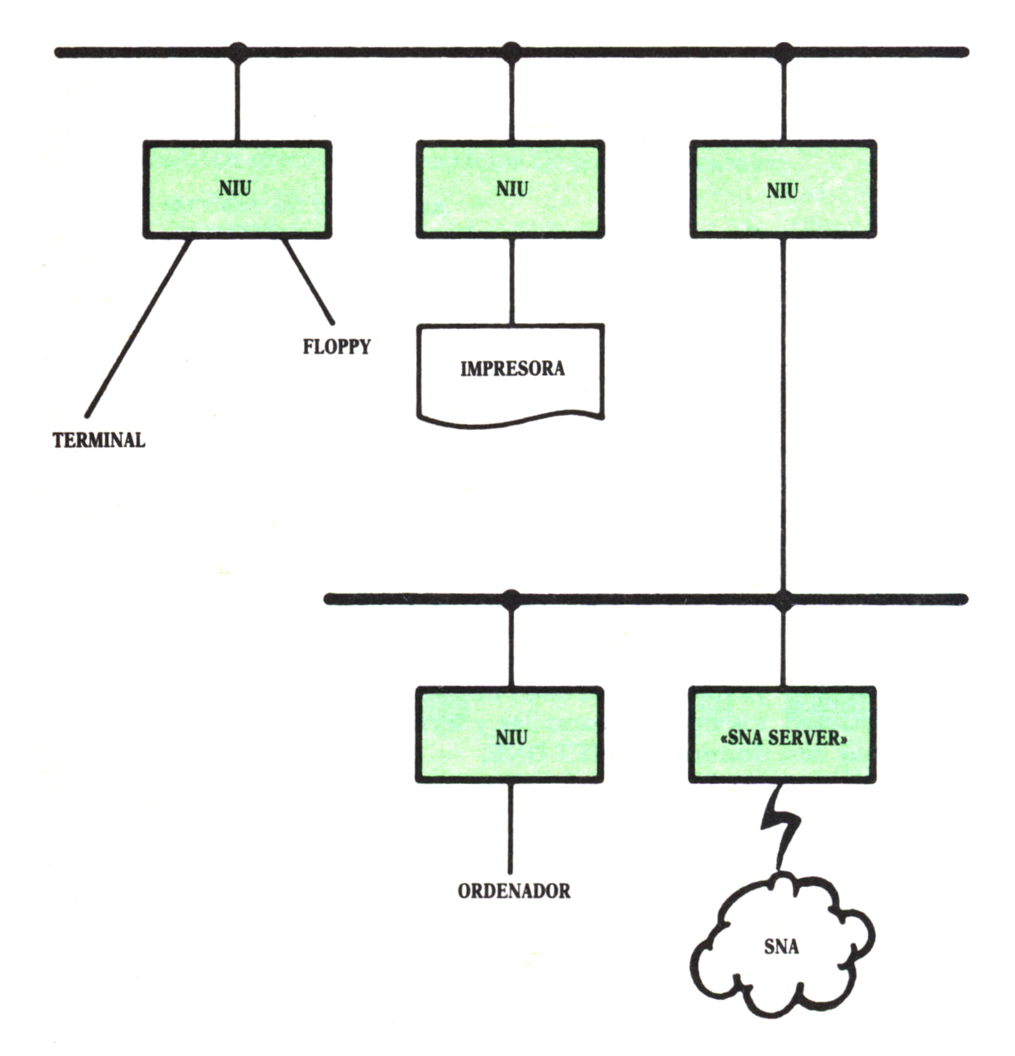
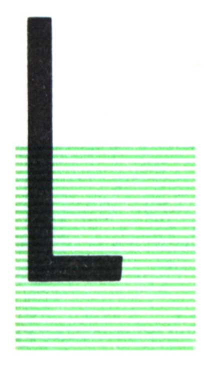

NIU
NIU
NIU
FLOPPY
IMPRESORA
TERMINAL
NIU
«SNA SERVER»
ORDENADOR
SNA

Fig. 1.

NORMALIZACION 14



LAS normas más conocidas son las del IEEE (Institution of Electrical and Electronic Engineers), un organismo profesional de EE.UU., uno de cuyos comités técnicos, el 802, es el responsable de crear las normas referentes a las redes locales y ha establecido algunas que corresponden fundamentalmente a los niveles 1 y 2 del ISO (ver capítulo 3).



IEEE 802

IEEE 802.1

Normas para el nivel físico de la comunicación, divididas en dos subniveles, que se refieren a la *codificación* de los datos y al *acceso al medio físico* de transmisión (ver capítulo 3).

IEEE 802.2

Normas para las funciones del nivel de enlace (transmisión de datos sin errores entre dos puntos de la red). Se dividen también en dos subniveles: control de acceso al medio *(MAC)* y control de enlace *(LLC)* (ver capítulo 3).

IEEE 802.3

Especificaciones sobre el método de acceso CSMA/CD. Son prácticamente equivalentes a ETHERNET.

IEEE 802.4

Especificaciones sobre el método de acceso de *paso de testigo sobre bus* (TOKEN-BUS). En este entorno el sistema más extendido es el ARCNET

de DATAPOINT, y se ha pensado particularmente para aplicaciones industriales, tales como control de procesos, en las que los requerimientos de velocidad de los datos son relativamente bajos, mientras que la integridad de los mismos resulta de la mayor importancia. Una norma alternativa puede ser el MAP de General Motors, que veremos más adelante.

IEEE 802.5

Especificaciones sobre los sistemas de *paso de testigo en anillo* (TOKEN-RING). Se basa principalmente en los trabajos de IBM.



MAP

El MAP (Manufacturing Automation Protocol) se puede considerar como un intento de normalización para redes locales industriales (ver capítulo 11). Es una especificación de la General Motors referente al protocolo para redes locales aplicadas al control de procesos. En concreto, se propone como un estándar de comunicación para redes de banda ancha con paso de testigo.

En relación con el modelo ISO-OSI, los niveles 1 y 2 (físico y enlace) siguen las recomendaciones del IEEE, el nivel 4 (transporte) sigue la propuesta del NBS (National Bureau of Standards) y el nivel 7 (aplicación) es específico de General Motors. Por tanto, quedan pendientes para futuros trabajos las especificaciones de los niveles 3, 5 y 6.

El impacto del MAP radica en que hay un número elevado de fabricantes que le dan soporte y que han participado en alguna de las partes involucradas.

GLOSARIO 15



A continuación vamos a dar un glosario de términos técnicos de uso frecuente, relativos a redes de área local. Para los casos en que podrían aparecer posibles traducciones opcionales, se da también el término inglés.

ANCHURA DE BANDA

Capacidad de comunicación de un enlace de transmisión. A mayor anchura de banda mayor volumen de información podrá transportar el enlace por unidad de tiempo.

ANILLO DE CAMBRIDGE

Tipo de red local que fue desarrollado inicialmente en la Universidad de Cambridge.

ANILLO HUECO

Término utilizado para describir la operación del Anillo de Cambridge. Los paquetes de datos o «huecos», de una longitud fija, circulan continuamente por el anillo. Si no están todavía ocupados, dichos huecos se rellenan con datos en cualquiera de los nodos para su transmisión a otro nodo de la red.

BANDA ANCHA

Medio de transmisión en el que a los datos de distintos usuarios se les asignan diferentes canales de frecuencia y, de este modo, pueden compartir simultáneamente un camino común.

BANDA BASE

Un medio de transmisión en el que los datos de distintos usuarios se combinan en una señal común.

BIT

Abreviatura de «binary digit» (dígito binario). La unidad fundamental de información expresada en forma digital como una elección entre dos estados (por ejemplo «0» o «1»).

BUS

Físicamente es un cable de hilo conductor o una serie de cables paralelos. Las unidades que se desea interconectar se conectan al bus. Debe existir un método para determinar cúando cada una de ellas puede transmitir al bus (control de acceso) y un sistema común de envío y recepción de los datos (protocolo) que incluye el modo de direccionamiento.

CABLE COAXIAL

Un tipo de cable en el cual un conductor único central transporta la señal, rodeado de aislamiento y, a continuación, una pantalla completa de metal. Los cables de una Ethernet y de una Cheapernet son coaxiales, del mismo modo que los cables de las antenas de TV.

Este tipo de construcción se utiliza porque los cables de transmisión de datos a alta velocidad deben tener unas características cuidadosamente controladas que incluyen el rechazo de interferencias exteriores, al mismo tiempo que no deben crear interferencias.

CANAL

Un camino para la transmisión de información.

CHEAPERNET

Una adaptación de bajo coste de la Ethernet, dirigida principalmente a la interconexión de grupos de ordenadores personales (clusters).

CIRCUITO

Camino que siguen los datos entre un equipo emisor y un equipo receptor.

CIRCUITO VIRTUAL

Una conexión establecida a lo largo de una red, que conecta dos equipos terminales de datos que cuentan con interfaces de transmisión normales, como el V24.

COLISION

Condición que resulta de transmisiones múltiples sobre el mismo medio, que se interfieren entre sí.

CONEXION COMPATIBLE

Se dice que distintos sistemas de transmisión son de conexión compatible si sus características son idénticas, desde el punto de vista del equipo conectado a ellos. Así, la norma Ethernet de cobre y la Ethernet de fibra óptica son de conexión compatible, aunque sus detalles internos difieran sustancialmente.

CONTROL DE ACCESO

El medio en que se resuelven las *retenciones* en una red de área local. En un diseño de red eficiente, los medios de control de acceso aseguran que todos los usuarios dispongan de un servicio de transmisión efectivo.

CONTROLADOR

Un dispositivo que actúa como interface eléctrico y lógico entre un *equipo terminal de datos* y una red de área local. A menudo se encuentra conectado al propio equipo e intervienen en él tanto el software como el hardware.

En la norma Ethernet, el controlador se conecta al bus de la red a través de un *transceptor.* En una Cheapernet, el controlador y el transceptor se encuentran habitualmente combinados.

COPO DE NIEVE

Configuración de una LAN en la que se enlazan un cierto número de subsistemas configurados en estrella.

CORREO ELECTRONICO

Mensajes preparados en un terminal de un ordenador y transmitidos a través de una red a los terminales de destino. El destinatario es advertido de que se ha recibido un mensaje, pudiendo visualizarlo en su pantalla a voluntad. Algunos sistemas permiten que el remitente compruebe si el documento ha sido recibido y leído.

CSMA/CD

Los métodos de control de acceso a una Ethernet.

DETECCION DE PORTADORA

(Carrier sense). Señal que indica que una o más estaciones transmiten en el medio.

DIFERIR POR COLISION

Determinar el instante de retransmitir después de detección de colisión. Se basa normalmente en un mecanismo aleatorio controlado.

DIRECCION DE GRUPO

(Multicast). Dirección asignada a un conjunto de estaciones que están direccionadas colectivamente.

ENLACE DE DATOS

Conjunto de dos o más estaciones y medios de interconexión operando de acuerdo a un protocolo, que permite el intercambio de datos.

EQUIPO TERMINAL DE DATOS

(ETD). Cualquier dispositivo que actúa como origen, o destino, de los datos; por ejemplo, un ordenador, un terminal o una impresora.

ESTACION DE DATOS

Dispositivo que puede ser conectado a una red local IEEE-802.

ESTRELLA

Una configuración de red en la cual todos los *nodos* van conectados a un punto común.

ETHERNET

Un sistema de red local de banda base que utiliza cable coaxial, desarrollado por Xerox, Intel y DEC.

FAN-OUT

Una pieza de equipo utilizada como parte de una LAN Ethernet, que posibilita la conexión de varios ETDs, necesitando solamente un transceptor para la conexión al bus de la Ethernet.

FIBRA OPTICA

Un medio de transmisión relativamente nuevo que sustituye a los cables de cobre en las telecomunicaciones de largo alcance y que será cada vez más importante en los enlaces de datos locales. En un sistema de transmisión por fibra óptica los datos se transportan mediante impulsos de luz a lo largo de fibras de vidrio. Este método de transmisión tiene una anchura de banda mucho mayor que los cables de cobre, estando menos sujeto a la distorsión y a las interferencias. Es también más seguro, ya que en un

cable de fibra óptica es casi imposible introducir una derivación y tiene la ventaja de una mayor seguridad por dos motivos: 1) el cable no es conductor y proporciona un aislamiento total entre los puntos de conexión, y 2) no hay posibilidad de que una avería accidental en el cable cause un incendio provocado por un corto circuito.

GATEWAY

Un dispositivo para conectar un sistema de comunicación de datos, tal como una LAN Ethernet, a otro, como un enlace de modem, una LAN de Anillo de Cambridge o uno de los servicios de transmisión de datos de Telefónica. La entrada se encarga de efectuar la «traducción» de uno a otro protocolo, teniendo en cuenta las discrepancias en aspectos tales como la velocidad de transmisión, los niveles de señal, el formato de los datos, etc.

HARDWARE

Los componentes electrónicos o mecánicos utilizados en los elementos de equipo o en los sistemas de comunicación.

IEEE

(Institution of Electrical and Electronic Engineers). Un organismo profesional de EE.UU., uno de cuyos comités técnicos, conocido como IEEE 802, ha preparado diversas normas para redes de área local.

INTERCONEXION

Normas que deben cumplir los equipos para conectarse al cable y utilizar la LAN sin interferencias con otros usuarios.

INTERFACE

Elemento que proporciona una compatibilidad de hardware y/o software en la conexión entre máquinas o sistemas de transmisión distintos.

ISO

(International Standards Organization).

LAN

(Local Area Network). Red cuyas comunicaciones están limitadas a un área geográfica de dimensión moderada (1 a 20 km.), como un edificio de oficinas, una empresa o una universidad. Una red local depende de un medio de comunicación con velocidad de transferencia de datos entre moderada y alta (1 a 20 Mbit/s) y que opera normalmente con una tasa de errores baja.

LLC

Es el subnivel de control de enlace lógico del modelo ISO-OSI, y es una parte del nivel de enlace de datos que soporta las funciones de enlace de datos independientemente del medio y utiliza los servicios del subnivel de control de acceso al medio para proporcionar servicio al nivel de red.

LONGITUD DE PAQUETE

El tamaño de un *paquete* enviado a través de una red, medido normalmente en bytes. Algunas LANs, como el Anillo de Cambridge, tienen una longitud de paquete corta y fija. Otras, como la Ethernet, la tienen variable para facilitar la transmisión eficiente de extensos ficheros de datos.

MAC

Es el subnivel de control de acceso al medio del modelo OSI-ISO, y es la parte del nivel de enlace de datos que soporta las funciones de control de acceso al medio.

MAU

Es la unidad de acceso al medio, dispositivo que transforma las señales de un medio particular en señales de la interface de la unidad de acceso, y viceversa.

MAN

(Metropolitan Area Network). Red que facilita las comunicaciones de datos entre lugares relativamente próximos (hasta 40 km.) y con unas velocidades de transmisión de hasta 2 Mbit/s.

MEDIO

Material sobre el que se pueden representar los datos.

METODO DE ACCESO

Es el procedimiento utilizado para acceder a un recurso compartido. En una red local el recurso compartido es el medio. Los métodos de acceso al medio especificados por el estándar IEEE-802 son: CSMA/CD, bus con testigo y anillo con testigo.

MODEM

Abreviatura de «modulador/demodulador». Un dispositivo para transmitir señales digitales a través de un sistema de transmisión analógico, como una línea telefónica. Un modem en el extremo transmisor «modula»

los datos en forma analógica, mientras otro modem en el extremo receptor «demodula» la señal de nuevo a su forma digital.

MONITOR

Estación funcional que tiene la facultad de inicializar el anillo.

MULTIPLEXADOR

Un dispositivo que combina varios canales de datos de baja velocidad, entremezclando los datos para su transmisión por un canal de alta velocidad. La acción inversa se lleva a cabo con un demultiplexador en el extremo receptor.

NODO

El punto en que se efectúa la conexión a una red. Puede tratarse de una conexión de alta velocidad o, a través de un multiplexador, de varias conexiones de baja velocidad. En una LAN Ethernet un transceptor se encarga de conectar cada nodo con el bus de la red.

También se puede definir como una estación de datos.

OSI

(Open System Interconection). Subcomité ISO que dio lugar a la elaboración de un modelo de referencia para la interconexión de sistemas abiertos.

PAQUETE

Una serie de bits formando un bloque en el que todo un mensaje de datos o parte de él (según su longitud) se envía a través de una red. Cada paquete tiene un formato definido, con algunos bits adicionales que constituyen una cabecera que precede a los datos y una cola que va colocada al final. Estos bits transportan la información que requiere la red respecto al paquete, incluyendo su origen y su destino. Los paquetes son generados por el controlador en la ETD de origen, mientras que el controlador del extremo receptor extrae y vuelve a ensamblar los datos.

PASO DE TESTIGO

(TOKEN-PASSING). Un método de control de acceso a una LAN, en el cual un nodo solamente recibe autorización para transmitir cuando es poseedor de una contraseña. Esta contraseña pasa de uno a otro nodo de acuerdo con reglas establecidas.

PORTADORA

(Carrier). La presencia de señal en el medio.

PROTOCOLO

Los protocolos son convenciones, tales como el formato y la duración de los mensajes, necesarias para activar y mantener una comunicación de datos. Los protocolos deben ser los mismos en cualquier punto de un circuito de transmisión.

PORT

El punto de entrada o salida de un canal de datos a una red. Un multiplexador puede permitir que varios ports compartan un nodo.

RED

Una serie de canales de comunicación que interconectan varios o muchos puntos.

RED EN ANILLO

Un tipo de red de área local en la que los puntos de conexión se interconectan formando un anillo por el que circulan los paquetes de datos.

REPETIDOR

Dispositivo utilizado para extender la longitud, topología e interconectividad del medio de transmisión.

En una Ethernet se trata de un dispositivo que conecta un segmento coaxial con otro de la misma LAN.

RETENCION

Ocurre cuando dos o más usuarios intentan acceder simultáneamente a un único medio de transmisión.

RS232C

Una conexión de interface para los equipos de datos. Proporciona únicamente velocidades de transmisión modestas y se utiliza a menudo con modems.

SEGMENTO

Una parte del bus de una LAN Ethernet, que consiste en un cable coaxial Ethernet de hasta 500 m de longitud o en un cable coaxial Cheapernet, más delgado, de hasta 185 m.

SISTEMA ABIERTO

Un sistema que puede ser conectado a otros conforme a una reglas determinadas. Un sistema se puede definir como un conjunto de uno o más ordenadores con software, periféricos, terminales, operadores humanos, etcétera, formando un todo con capacidad de procesado de información.

SISTEMAS DISTRIBUIDOS

Sistemas informáticos en los cuales la potencia informática se distribuye a través de toda la red entre un cierto número de ordenadores, en vez de encontrarse localizada en una unidad central de gran potencia. Las LANs son un método ideal de interconexión para los sistemas distribuidos.

SOFTWARE

Los programas para ordenadores. Es un elemento vital en la red, ya que indica a las ETDs y a sus controladores cómo operar con el hardware de la LAN y con los demás ETDs para realizar un trabajo conjunto.

TERMINAL

Consta normalmente de una pantalla y de un teclado para las comunicaciones con un ordenador. Cuanto mayor sea la potencia informática del terminal mayor será su capacidad para obtener un provecho de la red local. El terminal óptimo para ésta es el ordenador personal, que permite construir auténticos sistemas distribuidos.

TESTIGO

(TOKEN). Símbolo de autoridad que se pasa entre las estaciones y que indica cuál de ellas tiene el control del medio.

TOKEN RING

Un tipo de red en anillo en el cual el método de acceso se realiza mediante el paso de una contraseña. El tipo de red Token Ring más popular es el anunciado por IBM.

TOPOLOGIA

El esquema o configuración de una red. Las principales topologías de redes son: en estrella, en bus, en anillo y en copo de nieve.

TRANSCEPTOR

Una combinación de transmisor y receptor. Se trata de un elemento esencial en todas las LANs, siendo necesaria su presencia en cada uno de los nodos de la red.

En una Etherneet, el transceptor transmite paquetes de datos desde el controlador al bus, recibe paquetes del bus pasándolos al controlador y detecta los choques. Los transceptores de una Ethernet se desconectan cuando su ETD asociada no se está utilizando, sin afectar al conjunto de las operaciones de la red. Sin embargo, en las redes en anillo, cada paquete debe transmitirse a todos los nodos, de modo que las operaciones de toda la red dependen normalmente de que cada transceptor se encuentre activado.

TRANSFERENCIAS DE FICHEROS

Movimiento de grandes cantidades de datos desde un ETD a otro. Una LAN Ethernet tiene características particularmente buenas para este tipo de función, debido a su alta velocidad de transmisión y a su facilidad para transmitir paquetes relativamente largos.

V24

Una conexión de interface estándar que proporciona las condiciones de circuito necesarias para la transmisión de datos. Aunque se obtienen velocidades de transmisión bastante altas, un único canal de V24 utiliza una anchura de banda mucho menor que la disponible en una red de área local como Ethernet. Por ello hay la posibilidad de utilizar multiplexadores para las transmisiones V24.

VELOCIDAD DE TRANSMISION

Número de bits por segundo enviados en una transmisión de datos.

WAN

(Wide Area Network). Redes a nivel mundial que proporcionan las telecomunicaciones internacionales.

Las WAN y las MAN no son opciones a las LAN, sino que incrementan sus posibilidades, ya que éstas se pueden conectar a ellas a través de los dispositivos denominados *gateways*.

Plan general de la obra

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA

INFORMATICA APLICADA

INDICE GENERAL

5 AÑADA PERIFERICOS A SU ORDENADOR

Breve descripción de varios periféricos que facilitan la comunicación con el ordenador personal, con algunos ejemplos de fácil construcción: ratón, lápiz óptico, marco para pantalla táctil...

6 GRAFICOS ANIMADOS CON EL ORDENADOR

En este libro las técnicas utilizadas para la animación son el resultado de unas pocas ideas básicas muy sencillas de comporender. Descubrirá los trucos y secretos de movimientos, choques, rebotes, explosiones, disparos, saltos, etc.

7 JUEGOS INTELIGENTES EN MICROORDENADORES

Los ordenadores pueden enfrentarse de forma «inteligente» ante puzzles y otros tipos de juegos. Esto es posible gracias al nuevo enfoque que ha dado la IA a la tradicional teoría de juegos.

8 PERIFERICOS INTERACTIVOS PARA SU ORDENADOR

Descripción detallada de la forma de construir, paso a paso y en su propia casa, dispositivos electrónicos que aumentarán la potencia y facilidad de uso de su ordenador: tableta digitalizadora, convertidores de señales analógicas, comunicaciones entre ordenadores.

9 COMO HACER DIBUJOS TRIDIMENSIONALES EN EL ORDENADOR PERSONAL

Compruebe que también con su ordenador personal puede llegar a diseñar y calcular imágenes en tres dimensiones con técnicas semejantes a las utilizadas por los profesionales del dibujo con equipos mucho más sofisticados.

10 PRACTIQUE MATEMATICAS Y ESTADISTICA CON EL ORDENADOR

En este libro se repasan los principales conceptos de las Matemáticas y la Estadística, desde un punto de vista eminentemente práctico y para su aplicación al ordenador personal. Se basan los diferentes textos en la presentación de pequeños programas (que usted podrá introducir en su ordenador personal).

11 CRIPTOGRAFIA: LA OCULTACION DE MENSAJES Y EL ORDENADOR

En este libro se presentan las técnicas de mensajes a través de la criptografía desde los primeros tiempos hasta la actualidad, en que el uso de los computadores ha proporcionado la herramienta necesaria para llegar al desarrollo de esta técnica.

12 APL: LENGUAJE PARA PROGRAMADORES DIFERENTES

APL es un lenguaje muy potente que proporciona gran simplicidad en el desarrollo de programas y al mismo tiempo permite programar sin necesidad de conocer todos los elementos del lenguaje. Por ello es ideal para quienes reúnan imaginación y escasa formación en Informática.

13 ECONOMIA DOMESTICA CON EL ORDENADOR PERSONAL

Breve introducción a la contabilidad de doble partida y su aplicación al hogar, con explicaciones de cómo utilizar el ordenador personal para facilitar los cálculos, mediante un programa especialmente diseñado para ello.

14 COMO SIMULAR CIRCUITOS ELECTRONICOS EN EL ORDENADOR

Introducción a los diferentes métodos que se pueden emplear para simular y analizar circuitos electrónicos, mediante la utilización de diferentes lenguajes.

15 COMO CONSTRUIR SU PROPIO ORDENADOR

Cuando se trabaja con un ordenador, lo único que puede apreciarse, a simple vista, es una especie de caja negra que, misteriosamente, acepta una serie de instrucciones. En realidad, un ordenador es una máquina capaz de recibir, transformar, almacenar y suministrar datos.

16 EL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO MUSICAL Y DE COMPOSICION

Análisis de cómo se puede utilizar el ordenador para la composición o interpretación de música. Libro eminentemente práctico, con numerosos ejemplos (que usted podrá practicar en su ordenador casero) y lleno de sugerencias para disfrutar haciendo de su ordenador un verdadero instrumento musical.

17 SISTEMAS OPERATIVOS: EL SISTEMA NERVIOSO DEL ORDENADOR

Características de diversos sistemas operativos utilizados en los ordenadores personales y caseros. Se trata de llegar al conocimiento, ameno aunque riguroso, de la misión del sistema operativo de su ordenador, para que usted consiga sacar mayor rendimiento a su equipo.

18 UNIX, EL ESTANDAR DE LOS SISTEMAS OPERATIVOS MULTIUSUARIO

La aparición y posterior difusión del sistema operativo UNIX supuso una revolución en el mercado, de tal modo que se ha convertido en el estándar de los sistemas multiusuario. Su aparente complejidad podría provocar, en principio, un primer rechazo, pero debido a su potencia se convierte rápidamente en una extraordinaria herramienta de trabajo apta para cualquier tipo de aplicaciones.

19 EL ORDENADOR Y LA ASTRONOMIA

Los cálculos astronómicos y el conocimiento del firmamento en un libro apasionante y curioso.

20 VISION ARTIFICIAL. TRATAMIENTO DE IMAGENES POR ORDENADOR

El procesado de imágenes es un campo de reciente y rápido desarrollo con importantes aplicaciones en área tan diversas como la mejora de imágenes biomédicas, robóticas, teledetección y otras aplicaciones industriales y militares. Se presentan los principios básicos, los sistemas y las técnicas de procesado más usuales.

21 PRACTIQUE HISTORIA Y GEOGRAFIA CON SU ORDENADOR

Libro interesante para los aficionados a estas ciencias, a quienes presenta una nueva visión de cómo utilizar el microordenador en su estudio.

22 LA CREATIVIDAD EN EL ORDENADOR. EXPERIENCIAS EN LOGO

El LOGO es un lenguaje enormemente capacitado para la creación principalmente gráfica y en especial para los niños. En este sentido se han desarrollado numerosas experiencias. En el libro se analizan estas experiencias y las posibilidades del LOGO en este sentido, así como su aplicación a su ordenador casero para que usted mismo (o con sus hijos) pueda repetirlas.

23 EL LENGUAJE C, PROXIMO A LA MAQUINA

Lenguaje de programación que se está imponiendo en los microordenadores más grandes, tanto por su facilidad de aprendizaje y uso, como por su enorme potencia y su adecuación a la programación estructurada. Vinculado íntimamente al sistema operativo UNIX es uno de los lenguajes de más futuro entre los que se utilizan los micros personales.

24 BASIC

El lenguaje BASIC es la forma más fácil de aprender las instrucciones más elementales con las que podemos mandar a nuestro ordenador que haga las más diversas tareas.

25 COMO ELEGIR UNA HOJA ELECTRONICA DE CALCULO

En este título se estudian las diferentes versiones existentes de esta aplicación típica, desde el punto de vista de su utilidad para, en función de las necesidades de cada usuario y del ordenador de que dispone, poder elegir aquella que más se adecúe a cada paso.

26 BASIC AVANZADO

Una vez conocidas las instrucciones fundamentales del lenguaje BASIC se plantea la cuestión de la realización de programas que resuelvan problemas o aplicaciones que se nos presentan diariamente en el trabajo, en casa o en los estudios. Este libro trata de mostrar cómo se podrían realizar algunas de estas aplicaciones, estudiando diversas estructuras que proporciona el lenguaje BASIC (como las subrutinas) y viendo las ideas fundamentales para realizar gráficos en pantalla mediante un programa y para almacenar datos en discos o cintas mediante los ficheros.

27 APLIQUE SU ORDENADOR A LAS CIENCIAS NATURALES

Ejemplos sencillos para practicar con el ordenador. Casos curiosos de la Naturaleza en forma de programas para su ordenador personal.

28 PRACTIQUE FISICA CON SU ORDENADOR

Deja que el ordenador te ayude en tus estudios. Materias tan difíciles como la Física, se ponen a tu alcance de una manera entretenida y mucho más clara, con programas que te permitirán entender las cosas desde un punto de vista más real.
Definiciones, fórmulas, gráficos y ejemplos, en un pequeño manual que puedas utilizar en cualquier momento.

29 PRACTIQUE QUIMICA CON SU ORDENADOR

En nuestra búsqueda particular de la «piedra filosofal», al modo de los antiguos alquimistas, nos ayudaremos del ordenador para que nos resulte más fácil. Con este libro conseguiremos entender fácilmente las valencias de los elementos, las reacciones Redox y las distintas teorías sobre el átomo. Nos servirá de guía para aprender la tabla periódica de los elementos y nos ayudará a comprender, mediante gráficos, una reacción en cadena. Podremos así convertir nuestra casa y nuestro ordenador en un gran laboratorio.

30 APRENDA MATEMATICAS Y ESTADISTICA CON EL LENGUAJE APL

APL es un lenguaje muy potente que proporciona gran simplicidad en el desarrollo de programas. Indudablemente, es mucho más apto que BASIC para la construcción de pequeños programas que realicen operaciones matemáticas de dificultad media, que además se expresan de una forma muy semejante a la notación matemática ordinaria, lo que lo hace fácilmente comprensible.

31 LOS LENGUAJES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Libro en que se describen los lenguajes específicos para la «elaboración del saber» y los entornos de programación correspondientes. El conocimiento de estos lenguajes, además de interesante en sí mismo, es sumamente útil para entender todo lo que la Inteligencia Artificial supondrá para el futuro de la Informática.

32 LA ESTACION TERMINAL PERSONAL

Las modernas técnicas de comunicación van permitiendo que las grandes capacidades de proceso y el acceso a bases de datos de gran tamaño estén cada día más al alcance de cada usuario (fuera ya de los centros de proceso de datos).

33 COBOL

Este libro pretende introducir al lector en uno de los lenguajes más utilizados y menos considerados del mundo informático. El Cobol es el lenguaje de gestión por excelencia y está presente en el desarrollo del software en la gran mayoría de empresas e instituciones públicas.

34 ADA

El considerable esfuerzo desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD) para que el lenguaje Ada fuese desarrollado quedará compensado por las aportaciones de este lenguaje a los sistemas informáticos del futuro.
Sus aplicaciones originales, sistemas en tiempo real para mando y control en el área de Defensa, han sido ampliadas al campo industrial para el control de procesos, aplicaciones en tiempo real, inteligencia artificial, etcétera.

35 EL ORDENADOR COMO MAQUINA DE ESCRIBIR INTELIGENTE

Descripción de algunos de los programas para tratamiento de textos existentes en el mercado, análisis comparativos y estudio de las posibilidades de cada uno de ellos. Guía práctica para la elección del procesador de textos que más se adecúe a nuestras necesidades y al ordenador personal del que dispongamos.

36 MS-DOS

El sistema operativo de muchos ordenadores personales es el sistema operativo de disco de Microsoft, más conocido como MS-DOS, que recibe su nombre de su principal actividad: manejar los discos y archivos de discos. Su conocimiento puede llegar a ser tan profundo como deseemos, las nociones básicas, sin embargo, pueden llegar a ser imprescindibles para el manejo de nuestro ordenador.

37 REDES DE AREA LOCAL

El objetivo de este libro es el de proporcionar al lector un conocimiento claro de lo que son las redes locales, de su tecnología, problemática y futuro, de forma que, si lo desea, pueda profundizar posteriormente, por medio de bibliografía especializada o por la práctica profesional.

38 LOS FUNDAMENTOS DE LA GRAFOLOGIA APLICADA Y SU POSIBLE TRATAMIENTO CON UN ORDENADOR PERSONAL

Se presentan en este libro los perfiles grafológicos óptimos correspondientes a diversas actividades laborales, así como los programas de ordenador necesarios para el manejo de estos datos. Obra eminentemente práctica y de aplicación de los conceptos teóricos desarrollados en ella.

39 EL ORDENADOR Y LA LITERATURA

En este libro se examinan procesadores de textos, programas de análisis literario y una curiosa aplicación desarrollada por el autor: APOLO, un programa que compone estructuras poéticas.

40 ¿MAQUINAS MAS EXPERTAS QUE LOS HOMBRES?

Después de situar los «sistemas expertos» en el contexto de la Inteligencia Artificial y describir su construcción, su funcionamiento, su utilidad, etc., se analiza el papel que pueden tener en el futuro (y en el presente, ya) de la Informática, así como los polémicos temas de la «capacidad para desbancar a la inteligencia humana», y las posibilidades de «aprender» de que se puede dotar a un procesador, etcétera.

NOTA:
Ediciones Siglo Cultural, S. A., se reserva el derecho de modificar, sin previo aviso, el orden, título o contenido de cualquier volumen de esta colección.

El objetivo de este libro es el de proporcionar al lector un conocimiento de lo que son las redes locales, de su tecnología, problemática y futuro, de forma que, si lo desea, pueda profundizar posteriormente, por medio de bibliografía especializada o por la práctica profesional.